

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)

Applicant: Takaishi et al.)

Serial No.)

Filed: January 11, 2002)

For: POSITION DEMODULATING)
METHOD AND CIRCUIT OF)
DISK APPARATUS)

Art Unit:)

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.

1-11-02

Date

Dail
Express Mail No. EL 846222969 USCLAIM FOR PRIORITYAssistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-269871, filed September 6, 2001.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

January 11, 2002

300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

1990.6609.8
312-360-0080

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 9月 6日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-269871

出 願 人
Applicant(s):

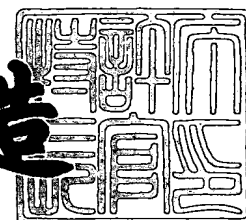
富士通株式会社



2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3100790

【書類名】 特許願

【整理番号】 0151359

【提出日】 平成13年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明の名称】 ディスク装置の位置復調方法及び回路

【請求項の数】 10

【国際特許分類】 G11B 5/09

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 高石 和彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 原 武生

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 岡村 榮治

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100079359

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 竹内 進

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009287

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704823

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディスク装置の位置復調方法及び回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヘッドが読み取ったディスクの位置信号から復調位置を算出するディスク装置の位置復調方法に於いて、

前記位置信号から互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQを算出する第 1 ステップと、

前記第 1 位置情報Nと前記第 2 位置情報Qとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第 3 位置情報Pos 1 と第 4 位置情報Pos 2 を算出する第 2 ステップと、

前記第 3 位置情報Pos1から第 1 重みゲインと第 2 重みゲインを求め、前記第 1 重みゲインを前記第 3 位置情報Pos 1 に乗算した乗算値と前記第 2 重みゲインを前記第 4 位置情報Pos 2 に乗算した乗算値の加算値を含めて前記復調位置を算出する第 3 ステップと、

を備えたことを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 2】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインに対し前記第 2 重みゲインは 1 から第 1 重みゲインを差し引いた値であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 3】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインは、トラックセンターで 1、両側のトラック境界位置で 0 となるように検出位置に対し三角形に変化する区分 1 次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調

方法。

【請求項 4】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインは、トラックセンターで 1、両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分 1 次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 5】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置の手前で 1、前記切替位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し台形に変化する区分 1 次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 6】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置の手前で 1、前記切替位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し変化する曲線関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 7】

請求項 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、

前記第 1 重みゲインは、トラックセンターで 1、両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分 1 次関数であり、

飽和特性を補正した前記第 3 位置情報による前記区分 1 次関数の参照により前記第 1 重みゲインを決定することを特長とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 8】

請求項 1 の位置復調方法に於いて、前記第 2 ステップは、前記第 3 位置情報Pos 1 と第 4 位置情報Pos 2 毎にヘッドの移動速度に比例した第 1 速度補正位置と第 2 速度補正位置を求めて加算することを特徴とするディスク装置の位置復調方法。

【請求項 9】

ヘッドが読み取ったディスクの位置信号を復調した後に復調位置を算出するディスク装置の位置復調回路に於いて、

前記位置信号から互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQを算出する第 1 回路部と、

前記第 1 位置情報PosNと前記第 2 位置情報PosQとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第 3 位置情報Pos 1 と第 4 位置情報Pos 2 を算出する第 2 回路部と、

前記第 3 位置情報Pos1から第 1 重みゲインと第 2 重みゲインを求め、前記第 1 重みゲインを前記第 3 位置情報に乗算した乗算値と前記第 2 重みゲインを前記第 4 位置情報に乗算した乗算値の加算値を含めて前記復調位置を算出する第 3 回路部と、

を備えたことを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【請求項 1 0】

請求項 9 のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第 1 重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置の手前で 1、前記切替位置付近で下限値 0. 5 に制限された検出位置に対し台形に変化する区分 1 次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ヘッドを目標位置に位置決め制御するためにヘッド位置を復調するディスク装置の位置復調方法及び回路に関し、特にヘッドで読み取ったディスクの位置信号から復調位置を算出するディスク装置の位置復調方法及び回路に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

ヘッドによりディスク媒体を読取るディスク装置は、データを記録するディスクと、ディスクを回転させるモータと、ディスク上の情報を記録再生するヘッドとヘッドを目標位置まで移動させるアクチュエータとからなる。代表的な装置としては、ハードディスクドライブHDDとして知られた磁気ディスク装置やDVD-ROMやMOとして知られた光ディスク装置がある。

【 0 0 0 3 】

磁気ディスク装置においては、図18のように、ディスク200上にヘッドの位置を検出するための位置情報202が内周から外周まで、円周方向に等間隔に記録されている。この位置情報202は、図19のように、サーボマーク204、グレイコードを用いたトラック番号206、インデックス208及び位置信号PosA, PosB, PosC, PosDに対応したバーストパターンを含むオフセット情報210からなる。この位置情報におけるトラック番号206とオフセット情報210を使うことでヘッドの現在位置を把握することができる。

【 0 0 0 4 】

ヘッドからの位置情報の読取信号は図20のような信号波形となり、位置検出回路に入る。位置検出回路では、サーボマーク信号212を検知して位置信号の開始時刻を把握し、グレイコード信号214からトラック番号を取出し、位置信号PosA, PosB, PosC, PosDに対応したバースト信号Ea, Eb, Ec, Edから位置オフセット値を取り出し、メモリに格納する。

【 0 0 0 5 】

位置検出回路は、MCU (Main Control Unit) またはDSP (Digital Signal Processor) に接続されており、MCU はメモリの値を読み出して、現在のヘッド位置を計算により復調する。MCU では、現在の位置に従いアクチュエータに流す電流値を計算する。計算した電流値はDAC に設定される。DAC の出力は電流アンプに供給され、電流がアクチュエータのモータ (VCM) に供給される。

【0006】

MCU にはHDC (Hard disk Controller) を経由して装置外部と接続されている。装置外部には通常はコンピュータを備え、コンピュータからデータの記録又は再生の命令が送信される。MCU では送られてきた命令を解析して、実際のディスク上の位置に変換することで目標位置を生成し、アクチュエータおよび磁気ヘッドを目標位置へと移動させる。

【0007】

従来の位置復調方法は、図19のように磁気ディスク上に千鳥状に記録されているバーストパターンPosA, PosB, PosC, PosDをヘッドが図21の信号波形のように読み出すときに、その信号の面積または絶対値の面積を位置検出回路にて求める。この4つのバースト信号Ea, Eb, Ec, Edから検出した位置信号PosA, PosB, PosC, PosDを使い、次のようにして2つの位置信号PosN, PosQを計算する。

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosB}$$

$$\text{PosQ} = \text{PosC} - \text{PosD}$$

【0008】

図21は計算により求めた位置信号PosN, PosQであり、位置信号PosQは、位置信号PosNに比べて4分の1トラックだけ位相がずれて配置されている。

【0009】

このとき媒体上に記録されているトラック番号とその検出誤差、位置信号PosN、PosQの関係は、図22のよう8つに分けた各区間において、図23の表に示すようになる。即ち、位置信号PosNとPosQのうちの絶対値の小さい方を使用し、対応する計算式から位置を復調する。

【 0 0 1 0 】

しかし、ディスク上のグレイ番号（またはトラック番号）は、位置信号PosNとPosQの切替点付近で読み誤る場合がある。そこで、読み誤ったと判断した場合には、図 2 4 の復調計算を実行する。

【 0 0 1 1 】

このような図 2 3 と図 2 4 による 2 つの表を論理圧縮して復調式をC言語のプログラムとして次に示すように表現できる。ここで、G(x)はその近傍の位置xにおけるポジション感度ゲイン、即ち位置信号PosNまたはPosQをADCにて検出した値を実際のトラック単位に換算するためのゲインとする。また復調したグレイ番号とトラック番とは同じとしている。

```
PosN = PosA ? PosB;
PosQ = PosC ? PosD;
Track = Gray;
if(abs(PosN)<=abs(PosQ)) [
    Position = -sgn(PosQ)*G(x)*PosN + Track;
    if(sgn(PosQ)*even(Track)>0.0)
        Position += sgn(PosQ)*sgn(PosN)*1.0;
] else [
    Position = sgn(PosN)*(G(x)*PosQ + even(Track)*0.5) + Track;
]
```

この復調計算プログラムにより求めた復調位置と実際の位置の関係は図 2 5 のように直線特性となる。また、この復調計算プログラムを回路で表すと図 2 6 のようになる。

【 0 0 1 2 】

復調回路 2 1 8 はヘッドにより読取った位置信号を入力して、トラック番号及び位置信号PosA、PosB、PosC、PosD を復調する。加算器 2 2 0, 2 2 2 は、

```
PosN = PosA - PosB
PosQ = PosC - PosD
```

を計算する。乗算器 2 2 6, 2 2 8 は、トラック番号によるポジション感度ゲインファイル 2 3 0 の参照により予め記憶されたポジション感度ゲインを求め、位置信号 PosN、PosQ に乗算する。

【 0 0 1 3 】

位置計算回路 2 3 2 は乗算器 2 2 6, 2 2 8 でポジション感度が補正された位置信号 PosN、PosQ を比較し、図 2 3 の復調表の対応する区間の計算式により位置情報 PosI を求める。最終的に加算器 2 3 4 でトラック番号、オフセット及び位置 PosI を加算して復調位置を出力する。この位置復調の詳細は、特開平 8 - 1 9 5 0 4 4 号に記載される。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、復調位置が図 2 5 のように直線を描くことができるのは、ポジション感度ゲインを 1 0 0 % 正確に求めることができたときである。しかしながら、ポジション感度ゲインを測定する際には測定誤差が生じる。この測定誤差は、ものによっては 1 0 % 以上にもなる。

【 0 0 1 5 】

測定誤差の原因の 1 つは測定精度である。ポジション感度ゲインは、位置信号 PosN と PosQ とが等しくなる地点で位置決めしながら測定している。しかし、装置上で測定するために、位置信号記録時の揺れ書き、モータの揺れなどに影響をうけて ± 1 0 % ほど位置が揺れている。

【 0 0 1 6 】

他の原因としては、サーボ信号をディスク媒体上に記録するときのずれ、特にトラック幅のずれ、ノイズの影響、測定地点の媒体上の信号品質、復調回路ノイズ、がある。そのため、1 0 0 % 完全に正しいポジション感度ゲインを測定することは不可能であり、測定結果には必ず誤差を伴う。

【 0 0 1 7 】

図 2 7 は、ポジション感度ゲインが - 2 0 % ずれたときの実位置と復調位置との関係であり、また図 2 8 は、ポジション感度ゲインが + 2 0 % ずれたときの実

位置と復調位置との関係である。このようにポジション感度ゲインが測定誤差を持つと、位置信号PosNで復調する区間と位置信号PosQで復調する区間との境界で段差が生じてしまう。

【 0 0 1 8 】

このようなポジション感度ゲインの誤差に伴う影響には次の2つがある。1つ目は位置決めしたときの位置決め精度の劣化である。特に磁気ディスク装置においては、磁気ヘッドのリード素子とライト素子が物理的に別であり、両者には位置ずれが生じている。したがって、ライト時の目標位置と、そのライトした信号を読むためのリード位置とはずらさなければならない。これをリードオフセットと呼ぶ。

【 0 0 1 9 】

このリードオフセットは、装置に搭載される磁気ヘッドのリード素子とライト素子の寸法形状、および回転型アクチュエータのヨー角に応じて、トラック毎または複数トラックを1まとめにしたゾーン毎に、違う値を設定しなければならない。

【 0 0 2 0 】

従って、リードオフセットの位置によっては、位置信号PosNとPosQとの境界付近に目標位置が設定されることになる。その際に、ポジション感度ゲインに誤差が生じていると、PosNで復調した位置と、PosQで復調した位置とにずれが生じてしまう。したがって、このような場所で位置決めすると、位置決め精度が劣化し、かつデータとして記録されている情報を読み誤りやすい。

【 0 0 2 1 】

2つ目は、検出位置そのものの精度である。図27、図28のようにポジション感度が20%変化するという現象は、すなわち検出した位置が20%変化することを指す。磁気ディスク装置の位置決め制御において、目標は位置決め精度を目標仕様内に収めることである。ところが、その検出位置自体の精度があやふやであるならば、仕様自体を満足できているのか否かが保証することすらできない。

【 0 0 2 2 】

このように従来の位置復調方法では、ポジション感度ゲインが100%正しいことが前提であるが、この値が正しく測定できず、誤差を持つ限り、位置信号PosNとPosQとの復調境界における段差の発生は回避できなかった。

【0023】

本発明は、位置信号の切替境界の段差を解消すると共に、ポジション感度に誤差が生じていたとしても、より正確な位置を復調できるディスク装置の位置復調方法及び回路を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】

図1は本発明の原理説明図である。本発明は、ヘッドが読み取ったディスクの位置信号PosA、PosB、PosC、PosDを復調した後に復調位置を算出するディスク装置の位置復調方法であって、

位置信号PosA、PosB、PosC、PosDから互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第1位置情報PosNと第2位置情報PosQを算出する第1ステップと、

第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第3位置情報Pos1と第4位置情報Pos2を算出する第2ステップと、

第3位置情報Pos1、Pos2から第1重みゲインG1と第2重みゲインG2を求め、第1重みゲインG1を第3位置情報Pos1に乗算した乗算値と第2重みゲインG2を前記第4位置情報Pos2に乗算した乗算値の加算値を含めて復調位置を算出する第3ステップと、

を備えたことを特徴とする。

【0025】

このため本発明の位置復調方法によれば、ポジション感度ゲインに誤差を含んでいたとしても、ポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる位置信号Pos1とPos2との合成計算により復調位置を求めることにより、ポジション感度ゲインの誤差の影響を回避することができる。

【 0 0 2 6 】

例えば、ポジション感度ゲインが+10%の誤差を含むときには、Pos1は+10%のずれを、Pos2は？10%のずれとなるようにし、このとき重みゲインが、Pos1、Pos2で両者とも0.5であれば、

$$0.5 \cdot \text{Pos1} + 0.5 \cdot \text{Pos2}$$

を計算すると、ポジション感度ゲインの誤差の影響は零にすることができる。したがって、位置信号PosNとPosQとの切替境界付近における段差を解消することができる。

【 0 0 2 7 】

ここで、第1重みゲイン $G1 = M$ に対し前記第2重みゲイン $G2$ は1から第1重みゲインを差し引いた値 $G2 = (1 - M)$ である。また第1重みゲイン M は、トラックセンターで1、両側のトラック境界位置で0となるように検出位置 $k \cdot x$ （但し、ポジション感度ゲイン $k = 1$ ）に対し三角形に変化する区分1次関数 $M = -2 |k| \cdot x + 1$ である。

【 0 0 2 8 】

また第1重みゲインは、ポジション感度ゲイン k の変動を考慮すると、トラックセンターで1、両側の第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値0.5に制限された、検出位置 $k \cdot x$ に対し三角形に変化する区分1次関数とする。

【 0 0 2 9 】

また第1重みゲインは、位置PosN、PosQの飽和の影響を除去するため、トラックセンターから両側の第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、前記切替位置付近で下限値0.5に制限された、検出位置 $k \cdot x$ に対し台形に変化する区分1次関数とする。

【 0 0 3 0 】

またに第1重みゲインは、台形に変換する関数の代わりに、トラックセンターから両側の第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、切替位置付近で下限値0.5に制限された、検出位置に対し変化するサインカーブなどの曲線関数としても良い。

【0031】

更に第1重みゲインは、トラックセンターで1、両側の第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値0.5に制限された、検出位置に対し三角形に変化する区分1次関数であり、位置PosN、PosQの飽和の影響を除去するため、飽和特性を補正した第3位置情報Pos1による区分1次関数の参照により第1重みゲインを決定する。

【0032】

第2ステップは、第3位置情報Pos1と第4位置情報Pos2毎にヘッドの移動速度に比例した第1速度補正位置と第2速度補正位置を求めて加算する。これによってシーク中のヘッド速度が零でない状態であっても、正しい位置を復調できる。

【0033】

本発明は、ヘッドが読み取ったディスクの位置信号から復調位置を算出するディスク装置の位置復調回路を提供する。この復調回路は、位置信号から互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第1位置情報Nと第2位置情報Qを算出する第1回路部48と、第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第3位置情報Pos1と第4位置情報Pos2を算出する第2回路部50と、第3位置情報Pos1から第1重みゲインG1と第2重みゲインG2を求め、第1重みゲインを前記第3位置情報に乗算した乗算値と第2重みゲインを前記第4位置情報に乗算した乗算値の加算値を含めて復調位置を算出する第3回路部52とを備えたことを特徴とする。

【0034】

【発明の実施の形態】

図2は、本発明が適用されるハードディスクドライブのブロック図である。図2において、ハードディスクドライブは、SCSIコントローラ10、ドライブコントロール12及びディスクエンクロージャ14で構成される。勿論、ホストとのインタフェースはSCSIコントローラ10に限定されず、適宜のインタフェースコントローラが使用できる。

【0035】

SCSIコントローラ10には、MCU（メインコントロールユニット）16、制御記憶として使用されるDRAMもしくはSRAMを用いたメモリ18、制御プログラムを格納するフラッシュメモリなどの不揮発性メモリを使用したプログラムメモリ20、ハードディスクコントローラ（HDC）22及びデータバッファ24が設けられる。

【0036】

ドライブコントロール12には、ドライブロジック26、DSP28、リードチャネル30及びサーボドライバ32が設けられ、リードチャネル30には本発明の位置復調方法を採用した位置検出回路46が設けられている。

【0037】

更にディスクエンクロージャ14にはヘッドIC34が設けられ、ヘッドIC34に対しライトヘッド素子とリードヘッド素子を備えた複合ヘッド36-1～36-6を接続している。

【0038】

複合ヘッド36-1～36-6は磁気ディスク38-1～38-3の各記録面に対し設けられ、VCM40によるロータリアクチュエータの駆動で磁気ディスク38-1～38-3の任意のトラック位置に移動される。磁気ディスク38-1～38-3はスピンドルモータ42により一定速度で回転される。

【0039】

図3は、図2のドライブコントロール12に設けているDSP28によるヘッド位置決め制御のためのサーボコントローラによる位置検出回路46で検出した検出位置の誤差に応じたコース制御、整定制御、フォローイング制御のタイムチャートである。なお、シーク制御はコース制御と整定制御を含む制御である。

【0040】

コース制御は目標位置への速度制御である。このコース制御は、速度制御、PD制御、または定常バイアス推定を含まないオブザーバ制御などにより行われる。即ち図3(B)の速度に示すように、コース制御は加速、定速、減速と制

御モードを切り替える。

【0041】

加速モードは図3(A)のように、加速電流を流し、速度を増加させる制御である。定速モードは目標速度を維持するように電流を制御して速度を一定速度に保つ制御である。減速モードは加速時と反対方向に減速電流を流し、速度を目標位置付近で0近くとする制御である。なお、距離が小さい場合には定速モードは含まれない。

【0042】

コアース制御が終了すると整定制御が行われる。整定制御はコアース制御とフォローイング制御の繋ぎを行うための制御モードであり、制御系に積分要素を含む。これによって目標トラックへの引き込みが行われる。整定制御終了後のフォローイング制御は、ヘッドを目標位置に追従させる制御である。フォローイング制御はPID制御、PI×LeadLag、定常バイアス推定を含むオブザーバ制御などで構成される。

【0043】

図4は、図2のリードチャネル30に内蔵されている位置検出回路46の機能構成を示したブロック図であり、本発明の原理を説明するため、ヘッドの速度を零とした場合を対象としている。

【0044】

図4において、位置検出回路は、第1回路部48、第2回路部50、第3回路部52で構成されている。第1回路部48は、復調回路54、加算器56、58、乗算器60、62及びポジション感度ゲインファイル64で構成される。

【0045】

第1回路部48は、ヘッドから読み取ったディスクの位置信号、具体的には図21の信号波形を持つ位置信号を入力し、トラック番号（グレイコード）、バースト信号の信号面積または信号の絶対値の面積を求めて位置信号PosA, PosB, PosC, PosDを出力する。

【0046】

加算器56、58は復調回路54から出力される4つの位置信号PosA, PosB,

PosC, PosDを使って2つの位置信号PosN, PosQを次のようにして求める。

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosB}$$

$$\text{PosQ} = \text{PosC} - \text{PosD}$$

【0047】

加算器56, 58からの位置情報PosNとPosQは、乗算器60, 62において、ポジション感度ゲインファイル64に予め検出して格納されているポジション感度ゲインG(x)を読み出して乗算し、ポジション感度の補正を行う。

【0048】

第2回路部50は位置計算回路66で構成される。この位置計算回路66は、乗算器60, 62から出力されるポジション感度が補正済みの位置情報PosN, PosQを比較し、ポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる位置情報Pos1, Pos2を算出する。

【0049】

また位置計算回路66には図23に示したように、隣接する2つのトラックを8つに分けた各区間における位置情報PosNとPosQの内の絶対値の小さい方を使用して、後の説明で明らかにする対応する計算式から、ポジション感度ゲインに対し互いに逆の影響が現れる位置情報Pos1, Pos2を算出する。

【0050】

第3回路部52は、乗算器68, 70、重み関数ファイル72及び加算器74で構成される。この第3回路部52は、位置情報Pos1による重み関数ファイル72の参照で重みゲインG1と重みゲインG2を求め、乗算器68で重みゲインG1を位置情報Pos1に乗算し、また乗算器70で重みゲインG2を位置情報Pos2に乗算する。最終的に加算器74でトラック番号、オフセット及び乗算器68, 70の乗算結果を加算することにより復調位置を算出することができる。

【0051】

ここで位置情報Pos1, Pos2に乘算する重みゲインG1 G2は、重みゲインG1 = Mとすると、G2 = 1 - Mとなる関係にある。即ち第3回路部52にあっては、位置計算回路66から出力されたポジション感度ゲインの誤差の影響が逆に

現れる位置情報Pos 1 とPos 2 に重みゲインG 1, G 2 (但し、 $G 1 + G 2 = 1$) として合成計算することにより、ポジション感度ゲインの誤差の影響を回避している。

【 0 0 5 2 】

次に図 4 の第 3 回路部 5 2 で使用する重み関数の導出方法を説明する。図 2 8 及び図 2 9 に示したようなポジション感度のずれに伴う位置情報PosNとPosQの切替境界付近の段差を解消するためには、検出した位置情報PosNとPosQを足して 2 で割る計算法、即ち

$$(PosN+PosQ) / 2$$

が思い浮かぶ。

【 0 0 5 3 】

しかし、この方法では実際にヘッドの位置決め制御を行うことはできない。その理由は位置情報PosNとPosQは図 2 2 に示したように三角波であり、場所ごとに傾きが正にも負にも変化する。また位置情報PosNとPosQとは位相が異なっているため、位相ずれの分、即ち位置ずれも考慮しなければならない。したがって、場所ごとに異なる計算式が必要となる。

【 0 0 5 4 】

図 5 は図 4 の加算器 5 6, 5 8 で算出される位置情報PosNとPosQを示している。ここで位置情報PosQにつき、太線の区間 8 4 で位置を復調し、同時に位置情報PosNにおける太線で示す区間 8 6, 8 8 を使って位置を復調することを考える。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、図 5 の区間 8 4, 8 6, 8 8 のそれぞれを使って復調したときの検出位置を縦軸にとり、横軸を絶対位置としたときのカーブである。ここで誤差も含むポジション感度ゲインをkと表現する。このため、縦軸の検出位置はk xと表現する。

【 0 0 5 6 】

ポジション感度ゲインが正しい値よりも大きいときは線 9 0 のカーブを描く。一方、オフセット0の位置から2分の1トラックずれた位置情報PosNを使って復調する位置においては線 9 2 のカーブを描くことになる。この線 9 0 と線 9 2 のカ

ープについてそれぞれを式で表現すると次のようになる。

【0057】

$$y_a = kx \quad (1)$$

$$y_b = k(x - 0.5) + 0.5 \quad (2)$$

理想的には、ポジション感度ゲイン k の値が誤差を持っていたとしても復調位置 y が絶対位置 x に対し

$$y = x$$

の関係を持つことである。そこで2つのカーブを足し合わせて、破線94で示す正しい復調位置のカーブと一致するための条件を求める。具体的には復調位置 y_a に重みゲイン M を掛け、復調位置 y_b に復調ゲイン $(1 - M)$ を掛けて両者を合成することを考える。

【0058】

$$\begin{aligned} y &= Mkx + (1 - M)(k(x - 0.5) + 0.5) \\ &= 0.5(k - 1)M + kx - 0.5(k - 1) \end{aligned} \quad (3)$$

この(3)式がポジション感度ゲイン k の影響を受けないためには、検出位置 kx が絶対位置 x と一致すればよい。そのためのゲイン M の条件は次式で算出される。

【0059】

$$\begin{aligned} x &= 0.5(k - 1)M + kx - 0.5(k - 1) \\ 0.5(k - 1)M &= -(k - 1)x + 0.5(k - 1) \\ M &= -2x + 1 \end{aligned} \quad (4)$$

即ち、重みゲイン M は絶対位置 x の1次関数であればよい。

【0060】

ここでは図6の線90のカーブに対し+側にある線92のカーブを考えたが、同様にして-側にある線95のカーブとの関係について考えると

$$M = 2x + 1 \quad (5)$$

となる。そして絶対位置 x の絶対値を取ることで(4)式、(5)式を次式にまとめて表示できる。

【0061】

$$M = -2 |x| + 1 \quad (6)$$

即ち、図7に示す三角形の重み関数を掛ければよいことが分かる。

【0062】

しかしながら、ここで1つ注意すべきことがある。それは、重み関数Mは絶対値xの関数であり、(6)式にはどこにもポジション感度ゲインkの影響が含まれていない。ところが実際に測定できるのは検出位置kxのみであり、誤差を含むポジション感度ゲインkは未知となる問題がある。

【0063】

この未知のポジション感度ゲインkによる問題が顕著に表れるのは、位置情報PosNとPosQの切替境界付近の復調時である。この切替境界の付近の復調時には、重みゲインM=0.5に近い値を用いるべきである。ところがy=xの代わりにy=kxを用いるしかないため、重みゲインMは0.5にはならない。

【0064】

例えばポジション感度ゲインk=1.2のときに検出位置y=kxを使って重み関数M'を

$$M' = 2kx + 1$$

から絶対位置x=0.25の場合について計算すると、M'=0.4となる。このときの検出位置y_a、y_bを(1)式、(2)式から計算すると、

$$y_a = 0.3$$

$$y_b = 0.2$$

となる。したがって、(3)式で与えられる合成復調結果は

$$\begin{aligned} y &= M * y_a + (1 - M) * y_b \\ &= 0.4 * 0.3 + (1 - 0.4) * 0.2 \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

となってしまふ。即ち、真の位置x=0.25から合成復調結果は0.01だけずれてしまふ。

【0065】

この現象を回避するためには、重み関数Mの計算結果の下限值に制限を設けれ

ば良い。即ち

$$M = -2x + 1 \quad (x \geq 0 \text{ のとき})$$

$$2x + 1 \quad (x < 0 \text{ のとき})$$

の条件に加えて、 $M < 0.5$ のとき $M = 0.5$ に制限するという条件を付加すればよい。

【0066】

この場合、ポジション感度ゲイン $K = 1.2$ について合成復調結果を算出すると、

$$\begin{aligned} y &= 0.5 * 0.3 + 0.5 * 0.2 \\ &= 0.25 \end{aligned}$$

となり、ずれが生じない。このように重み関数 M の下限値を 0.5 に制限することで、検出位置 kx による重み関数の参照に伴う誤差を解消することが可能となる。図8は、重み関数の下限値を 0.5 に制限した場合の修正後の重み関数である。

【0067】

図8のように重み関数の下限値を 0.5 に制限しても、更に次の欠点がある。この欠点は位置情報 $PosN$ と $PosQ$ の飽和の影響である。位置情報 $PosN$ 及び $PosQ$ は、リードコア幅がディスクに記録されているバースト信号のバースト幅より狭いため、三角波にはならず、図22に示したように頭が潰れた飽和波形を示す。

【0068】

実際の特性を測定すると、図22の飽和部分は完全に平坦にはならず直線になる。これはヘッドの検出感度が矩形状にはならず曲線になるためである。

【0069】

この位置情報 $PosN$ と $PosQ$ の飽和の影響を解消するためには、図9のブロック図のように、1つは飽和特性を考慮に入れた位置の復調を行う。

【0070】

図9のブロック図は、図4と基本的に同じであるが、第2回路部の位置計算回路66より出力された位置情報 $Pos2$ を信号飽和補正器に入力し、飽和部分を三角形の非飽和状態に補正している。信号飽和補正器76には飽和特性の逆特性の

カーブを持ったテーブルが格納されている。

【 0 0 7 1 】

この飽和特性の逆特性のカーブは、事前に多数のヘッドの特性から平均的なカーブを求めておいてもよいし、またヘッドごとにカーブを測定してもよい。このため信号飽和補正器 7 6 より出力される位置情報 Pos 2 は、飽和部分が補償された三角形に変化する位置情報となり、これに乗算器 7 0 で重み関数ファイル 7 2 から読み出した重みゲイン $G 2 = 1 - M$ を乗算することで、位置情報 PosN と PosQ の飽和の影響を除去している。

【 0 0 7 2 】

ここで図 9 にあっては信号飽和補正器 7 6 を位置情報 Pos 2 側にのみ設けているが、位置情報 Pos 1 側に設けてもよいことはもちろんである。

【 0 0 7 3 】

位置情報 PosN と PosQ の飽和の影響を除去する 2 つ目の方法は、図 1 0 のように重み関数を台形重みとすることである。即ち、トラックセンタとなる中心位置 0 の重みは 1 に設定し、この重み位置の範囲を位置情報 PosN と PosQ の切替境界の手前まで 1 と設定し、切替境界付近の重みは 0. 5 に設定し、その間を直線で繋ぐことで台形重みを得ている。

【 0 0 7 4 】

この台形重み関数は、ポジション感度の変動に対する影響を無視し、切替境界で生ずる段差の解消のみを目的とするならば、1 つの解消方法となり得る。

【 0 0 7 5 】

更に図 1 1 の重み関数のように、トラックセンタとなる中心 0 で重みを 1 に設定し、位置情報 PosN と PosQ の切替境界付近では重みを 0. 5 とし、その間を曲線で繋げる重み関数としてもよい。この場合の曲線としては例えばサインカーブを用いる。

【 0 0 7 6 】

以上のように、ポジション感度の変動の影響が逆に現れる 2 つの位置情報 Pos 1 と Pos 2 を重みゲインを用いて合成することにより復調位置を算出する本発明の位置復調方法を、実際の磁気ディスク装置に適用して実験した結果を以下に示

す。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 は、図 2 7 のブロック図で実現される従来の位置復調方法の復調結果である。図 1 2 (A) はポジション感度ゲインに測定値そのものを使用した場合、図 1 2 (B) はポジション感度ゲインの測定値を 8 0 % に減らした場合、図 1 2 (C) はポジション感度ゲインの測定値を 1 2 0 % に増やした場合である。

【 0 0 7 8 】

また横軸はオフセットを表わし、縦軸には位置決め精度 (T R O) を表わしている。この測定は、位置決め目標を少しずつ変位させることによりオフセットを微小に変化させながら位置決め精度を測定している。また測定に使用したディスクは、ディスク上に記録されているトラック番号 (グレイ番号) を 3 分の 2 倍にした値が実際にリード／ライトするトラックになる。したがって、測定結果は単位としてグレイ番号を用いている。

【 0 0 7 9 】

この従来の位置復調方法にあっては、ポジション感度ゲインの測定値そのものに最初から誤差があるため、図 1 2 (A) の測定値そのものについても、位置情報 PosN と PosQ の境界付近であるトラック番号を示す整数に対する ± 0.5 の個所で位置決め精度が劣化している。

【 0 0 8 0 】

また図 1 2 (B) (C) のポジション感度ゲインの測定値の $\pm 2 0 %$ の変動に伴い、位置情報 PosN と PosQ との切替境界付近での位置決め精度が大きく劣化している。更にオフセット 0 の個所においても、ポジション感度ゲインの変動に伴い位置決め精度が大きく変化している。

【 0 0 8 1 】

このように従来の位置復調方法は、ポジション感度ゲインの変動に対し弱い復調方法といえることができる。なお、図 1 2 の測定結果にあっては、補償器により閉ループ制御系を構成した結果であり、このためポジション感度ゲインを変動させることは観測位置の大きさが変化すると共に閉ループゲインが変化することになる。したがって、 $+ 2 0 %$ ポジション感度ゲインを変化させたら結果が $+ 2 0$

%大きくなるとはならない点に注意が必要である。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 は、図 8 に示した三角形状で且つ下限値を 0. 5 に制限した重み関数を用いて本発明による位置情報 PosN と PosQ との合成復調を行った結果である。この合成復調の測定に使用した装置、回路及び制御方法は、図 1 2 の従来の復調方法の場合と同じであり、復調計算のみが異なる。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 (A) はポジション感度ゲインの測定値そのものであり、図 1 3 (B) がポジション感度ゲインの測定値を -20% 変化させて 80% とした場合、図 1 3 (C) が $+20\%$ 変化させて 120% とした場合の測定結果である。この図 1 3 (A) ~ (C) にあつては、図 1 3 (A) のポジション感度ゲインが測定値そのものの場合には、位置情報 PosN と PosQ との切替境界付近の位置決め精度が図 1 2 (B) の従来の復調方法と比べて改善していることが分かる。

【 0 0 8 4 】

また図 1 3 (B) (C) のようにポジション感度ゲインを測定値に対し $\pm 20\%$ 変化させても、位置情報 PosN と PosQ との切替境界付近はもちろんのこと、オフセット 0 付近においても位置決め精度はほとんど変化していないことが分かる。

【 0 0 8 5 】

このように下限値を 0. 5 に制限した三角形状の重み関数を用いることで、ポジション感度ゲインの変動に対し低感度な位置復調方法を実現することが試験結果から確認できる。

【 0 0 8 6 】

図 1 4 は、図 1 0 の台形状の重み関数を用いた場合の本発明の位置復調方法による測定結果である。この場合にも、この台形状の重み関数を用いた場合には、位置情報 PosN と PosQ との切替境界付近となるトラック番号に対する $\pm 0. 5$ 付近の位置決め精度は、図 1 4 (B) (C) のようにポジション感度ゲインを $\pm 20\%$ 変動させた場合においても、図 1 2 (B) (C) に比べ小さくなっていることが分かり、位置決め精度が改善されている。

【 0 0 8 7 】

但し、台形形状の重み関数を用いた場合、オフセット 0 における位置決め精度はポジション感度ゲインの変動を受けてしまうが、それでも図 1 2 (B)(C)の従来の復調方法に比べると改善されていることが分かる。

【 0 0 8 8 】

次に図 4 の第 2 回路部 5 0 に設けている位置計算回路 6 6 におけるエラー情報を含んだ圧縮復調を説明する。従来の復調方法の図 2 3 及び図 2 4 の復調表に示したように、位置復調時にはエラー状態を考慮する必要がある。これを本発明の位置復調方法に適した論理圧縮式として求めてみる。

【 0 0 8 9 】

ここで位置信号 PosA, PosB, PosC, PosD は A/D コンバータにより得られた各バースト信号の面積値であり、また Gsns は現在の位置付近におけるポジション感度ゲインであり、更に $M(x)$ は絶対値 x に関する重み関数とする。

【 0 0 9 0 】

図 2 3 に示したように、区分番号 1 ~ 8 で示される各区分について、位置情報 PosN と PosQ を比べ、絶対値の小さい方については図 2 3 の表と同じように計算する。一方、絶対値の大きい位置情報の方については、絶対値の小さい方の位置情報に合わせて計算値を生成する。

【 0 0 9 1 】

即ち、図 2 3 の従来の復調方法で示した PosN, PosQ 及びグレイ番号を使って図 1 5 に示す 8 通りの各区分ごとに計算式をたてる。そしてグレイ番号が正しい正常な場合の復調表において、絶対値の大きい方の式も併せて求めればよい。この図 1 5 の表を論理圧縮して復調式を C 言語のプログラムとして作成すると、次に示すような表現とできる。

【 0 0 9 2 】

このプログラムは Gray+offset と Pos 1 を使った部分は従来の復調方法のプログラムと同じであるが、Pos 2 を使った式を追加し、且つ Pos 1 で重み関数を参照する点が異なっている。

【 0 0 9 3 】

$$PosN = Gsns * (PosA ? PosB);$$

```

PosQ = Gsns * (PosC ? PosD);
Track = Gray;
Position = Track;
if (abs(PosN) <= abs(PosQ)) [
    Pos1 = -sgn(PosQ) * PosN;
    if (sgn(PosQ) * even(Track) > 0.0)
        Position += sgn(PosQ) * sgn(PosN) * 1.0;
    Pos2 = sgn(PosQ) * (PosN + sgn(PosQ) * 0.5);
] else [
    Pos1 = sgn(PosN) * PosQ;
    Position = sgn(PosN) * even(Track) * 0.5 + Track;
    Pos2 = sgn(PosN) * (PosQ * sgn(PosQ) * 0.5);
]
G1 = M(Pos1);
G2 = 1 - G1;
Position += G1 * Pos1 + G2 * Pos2;

```

このプログラムで関数M x は重み関数である。例えば図8に示した下限値を0.5に設定した三角形の重み関数M x は次のプログラムで表現できる。

```

【0094】
float M(float x)
[
    float data;
    if (x < 0)
        data = 2 * x + 1;
    else
        data = ? 2 * x + 1;
    if (x < 0.5) x = 0.5;
    else if (x > 1.0) x = 1.0;

```

```
return data;
```

```
]
```

なお、この三角形状の重み関数を求めるプログラムはディスク上でリードトラックとライトトラックが同じトラック幅の場合であるが、ディスク上でリードトラックに対しライトトラック幅が2分の3倍と大きい場合には、このようにして求めた重みゲインの値に対し3分の2倍にすればよい。

【0095】

次に本発明における速度オフセットを考慮した位置復調方法を説明する。図4のブロック図に示した本発明の位置復調方法は、ヘッドを目標トラックに追従させるフォローイング制御において、ヘッドの速度即ちアクチュエータの速度が0とした場合の位置復調を対象としている。これに対しヘッドを目標位置にアクチュエータの駆動で移動しているシーク中におけるヘッド速度が0でない場合については、速度補正を必要とする。

【0096】

図16は速度オフセットを考慮した本発明の位置復調方法の機能ブロック図である。図16において、位置検出回路の第1回路部48、第2回路部50及び第3回路部52の構成は図4と同じであるが、更に速度オフセットを補正するため、第2回路部52の位置計算回路66から出力された位置情報Pos1とPos2に対し新たに加算器78、80を設け、ここに速度補正器82で求めた速度オフセットを加算している。

【0097】

速度補正器82で算出される速度オフセットは、

$$\text{速度オフセット} = (\text{速度ゲイン}) \times (\text{その時点の速度予想値})$$

である。ここで速度ゲインはPosNとPosQで異なる値をとる。具体的には

$$(\text{PosNの速度ゲイン}) = T1 / Ts$$

$$(\text{PosQの速度ゲイン}) = T2 / Ts$$

となる。

【0098】

ここでTsはサンプル周期、またT1は図21に示すインデックス信号216

からバースト信号 E a, E b の間、及び E c, E d の間までの時間である。更に、速度オフセットを求めるために速度ゲインに乘算するその時点の速度予想値 V_{e1} は、オブザーバ制御で得られるシーク速度である。尚、速度オフセットを考慮した復調計算については同一出願人の特願 2 0 0 0 - 0 6 3 8 4 5 で提案されている。

【 0 0 9 9 】

このような速度オフセットを考慮した本発明の位置復調方法を C プログラムで表現すると次のようになる。ここで PosN と PosQ の位置関係が逆転しないための最大速度を Vel MAX としている。

【 0 1 0 0 】

PosN = Gsns * (PosA ? PosB);

PosQ = Gsns * (PosC ? PosD);

Track = Gray;

Position = Track;

If (abs(Vel) <= MAX#VEL) [

if (abs(PosN) <= abs(PosQ)) [

PosOfs = -sgn(PosQ) * PosN + Vel * T1 / Ts;

if (sgn(PosQ) * even(Track) > 0.0)

Position += sgn(PosQ) * sgn(PosN) * 1.0;

PosOfs2 = sgn(PosQ) * (PosN + sgn(PosQ) * 0.5) + Vel * T2 / Ts;

] else [

PosOfs = sgn(PosN) * PosQ PosN + Vel * T2 / Ts;

Position = sgn(PosN) * even(Track) * 0.5 + Track;

PosOfs2 = sgn(PosN) * (PosQ sgn(PosQ) * 0.5) + Vel * T1 / Ts;

]

G1 = M(PosOfs);

G2 = 1 - G1;

Position += G1 * PosOfs + G2 * PosOfs2;

]

図 1 7 は、図 9 に示した信号飽和補正器を用いた実施形態につき、速度オフセットを考慮した復調を行った実施形態の機能構成のブロック図である。この図 1 7 にあっては、第 2 回路部 5 0 に設けた位置計算回路 6 6 からの位置情報 Pos 1、Pos 2 のそれぞれに対し、新たに加算器 8 0、8 2 及び速度補正器 8 2 により速度オフセットの補正を行い、続いて信号飽和補正器 7 5、7 6 を設け、位置情報 Pos 1 と Pos 2 の両方について飽和部分を補正して飽和の影響を回避している。

【0 1 0 1】

このため、信号飽和補正器 7 5 で飽和が開始された位置情報 Pos 1 により重み関数ファイル 7 2 を参照して正しい重みゲインを読み出して乗算器 6 8、7 0 で乗算して、合成復調をより正確に行うことができる。

【0 1 0 2】

更に、いずれの復調処理にあっても、オフセットに対する非線形ゲインの補正は従来と同じである。また本発明の位置復調方式に速度オフセットを考慮した復調を加える場合、特別な処理は必要でなく、単に加えるだけでよい。

【0 1 0 3】

なお、上記の実施形態はディスクを常に一定回転数で回転する装置を例にとるものであったが、ディスク回転値をヘッドの位置に応じて変化させる装置においても同じである。

【0 1 0 4】

またディスク上に記録されているトラックがデータの記録再生用のトラックと同じとして説明しているが、ディスク上のトラックを 3 分の 2 倍してデータの記録再生用トラックとしてもよい。

また上記の実施形態では

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosB}$$

$$\text{PosQ} = \text{PosC} - \text{PosD}$$

として説明しているが、信号の記録順序はこれに限らない。例えば、

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosC}$$

$$\text{PosQ} = \text{PosB} - \text{PosD}$$

であってもよいし、

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosD}$$

$$\text{PosQ} = \text{PosB} - \text{PosC}$$

としてもよい。また、

$$\text{PosN} = (\text{PosA} \times \text{PosB}) / (\text{PosA} + \text{PosB})$$

$$\text{PosQ} = (\text{PosC} \times \text{PosD}) / (\text{PosC} + \text{PosD})$$

のように、正規化してから利用しても良い。

更に本発明は、その目的と利点を含まない適宜の変形を含み、また上記の実施形態に示した数値による限定は受けない。

【 0 1 0 5 】

(付記)

(付記 1)

ヘッドが読み取ったディスクの位置信号を復調した後に復調位置を算出するディスク装置の位置復調方法に於いて、

前記位置信号から互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQを算出する第 1 ステップと、

前記第 1 位置情報PosNと前記第 2 位置情報PosQとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第 3 位置情報Pos1と第 4 位置情報Pos2を算出する第 2 ステップと、

前記第 3 位置情報Pos1から第 1 重みゲインG1と第 2 重みゲインG2を求め、前記第 1 重みゲインを前記第 3 位置情報に乗算した乗算値と前記第 2 重みゲインを前記第 4 位置情報に乗算した乗算値の加算値を含めて前記復調位置を算出する第 3 ステップと、

を備えたことを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(1)

【 0 1 0 6 】

(付記 2)

付記 1 のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第 1 重みゲインに対し前記第 2 重みゲインは 1 から第 1 重みゲインを差し引いた値であることを特徴とするデ

ディスク装置の位置復調方法。(2)

【0107】

(付記3)

付記1のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターで1、両側のトラック境界位置で0となるように検出位置に対し三角形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(3)

【0108】

(付記4)

付記1のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターで1、両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(4)

【0109】

(付記5)

付記1のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、前記切替位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し台形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(5)

【0110】

(付記6)

付記1のディスク装置の位置復調方法に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、前記切替位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し変化する曲線関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(6)

【0111】

(付記7)

付記1のディスク装置の位置復調方法に於いて、

前記第 1 重みゲインは、トラックセンターで 1、両側の前記第 1 位置情報PosNと第 2 位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分 1 次関数であり、

飽和特性を補正した前記第 3 位置情報による前記区分 1 次関数の参照により前記第 1 重みゲインを決定することを特長とするディスク装置の位置復調方法。

(7)

【0 1 1 2】

(付記 8)

付記 1 の位置復調方法に於いて、前記第 2 ステップは、前記第 3 位置情報Pos1と第 4 位置情報Pos2毎にヘッドの移動速度に比例した第 1 速度補正位置と第 2 速度補正位置を求めて加算することを特徴とするディスク装置の位置復調方法。(8)

【0 1 1 3】

(付記 9)

ヘッドが読み取ったディスクの位置信号を復調した後に復調位置を算出するディスク装置の位置復調回路に於いて、

前記位置信号から互いに位相の異なる位置情報を復調した後にポジション感度ゲインを各々乗算して第 1 位置情報Nと第 2 位置情報Qを算出する第 1 回路と、

前記第 1 位置情報PosNと前記第 2 位置情報PosQとを比較してポジション感度ゲインの誤差の影響が互いに逆に現れる第 3 位置情報Pos1と第 4 位置情報Pos2を算出する第 2 回路と、

前記第 3 位置情報Pos1から第 1 重みゲインと第 2 重みゲインを求め、前記第 1 重みゲインを前記第 3 位置情報に乗算した乗算値と前記第 2 重みゲインを前記第 4 位置情報に乗算した乗算値の加算値を含めて前記復調位置を算出する第 3 回路と

を備えたことを特徴とするディスク装置の位置復調回路。(9)

【0 1 1 4】

(付記 10)

付記 9 のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第 1 重みゲインに対し前

記第2重みゲインは1から第1重みゲインを差し引いた値であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【0115】

(付記11)

付記9のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターで1、両側のトラック境界位置で0となるように検出位置に対し三角形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【0116】

(付記12)

付記9のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターで1、両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【0117】

(付記13)

付記9のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、前記切替位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し台形に変化する区分1次関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【0118】

(付記14)

付記9のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第1重みゲインは、トラックセンターから両側の前記第1位置情報PosNと第2位置情報PosQとの切替え位置の手前で1、前記切替位置付近で下限値0.5に制限された検出位置に対し変化する曲線関数であることを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【0119】

(付記15)

付記 9 のディスク装置の位置復調回路に於いて、

前記第 1 重みゲインは、トラックセンターで 1、両側の前記第 1 位置情報 PosN と第 2 位置情報 PosQ との切替え位置付近で下限値 0.5 に制限された検出位置に対し三角形に変化する区分 1 次関数であり、

飽和特性を補正した前記第 3 位置情報による前記区分 1 次関数の参照により前記第 1 重みゲインを決定することを特長とするディスク装置の位置復調回路。

【 0 1 2 0 】

(付記 1 6)

付記 9 のディスク装置の位置復調回路に於いて、前記第 2 回路は、前記第 3 位置情報 Pos1 と第 4 位置情報 Pos2 毎にヘッドの移動速度に比例した第 1 速度補正位置と第 2 速度補正位置を求めて加算することを特徴とするディスク装置の位置復調回路。

【 0 1 2 1 】

【発明の効果】

以上説明してきたように本発明によれば、ポジション感度ゲインの誤差に伴う位置の検出誤差を最小限に抑え、同時に位置情報 PosN と PosQ の切替境界付近での復調誤差を回避して段差を回避することができる。これによって、ディスク装置における、より正確な位置検出及び位置決め精度を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理説明図

【図 2】

本発明が適用されるハードディスクドライブの回路ブロック図

【図 3】

ヘッド位置決め制御のタイムチャート

【図 4】

本発明による位置復調回路のブロック図

【図 5】

本発明による合成復調で使用する位置PosNとPosQの区間の説明図

【図 6】

図 5 の位置PosNとPosQから復調した実位置に対する検出位置の説明図

【図 7】

本発明の合成復調に使用する三角形形状の重み関数の説明図

【図 8】

本発明の合成復調に使用する下限値を 0. 5 に制限した三角形形状の重み関数の説明図

【図 9】

信号飽和補正を行う本発明の位置復調回路のブロック図

【図 1 0】

本発明の合成復調に使用する台形形状の重み関数の説明図

【図 1 1】

図 1 0 の台形形状を曲線にした重み関数の説明図

【図 1 2】

従来の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図

【図 1 3】

図 8 の下限値を 0. 5 とした三角形重み関数を使用した本発明の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図

【図 1 4】

図 1 0 の台形重み関数を使用した本発明の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図

【図 1 5】

本発明の合成復調で使用する復調表の説明図

【図 1 6】

速度オフセットを補正する本発明の復調回路のブロック図

【図 1 7】

飽和補正と速度オフセット補正を行う本発明の復調回路のブロック図

【図 1 8】

ディスク上の位置信号の配置の説明図

【図 1 9】

ディスク上に磁気記録された位置信号パターンの説明図

【図 2 0】

ヘッドで読み出した位置信号波形の説明図

【図 2 1】

バースト信号から復調した位置情報PosNとPosQの説明図

【図 2 2】

位置復調計算のために区分した復調区間の説明図

【図 2 3】

トラック番号が正常な場合の復調計算の説明図

【図 2 4】

トラック番号が異常な場合の復調計算の説明図

【図 2 5】

ポジション感度に誤差がないときの観測位置の説明図に

【図 2 6】

従来の位置復調回路のブロック図

【図 2 7】

ポジション感度が-20%ずれたときの観測位置の説明図

【図 2 8】

ポジション感度が+20%ずれたときの観測位置の説明図

【符号の説明】

10 : SCS I コントローラ

12 : ドライブコントロール

14 : ディスクエンクロージャ

16 : MCU

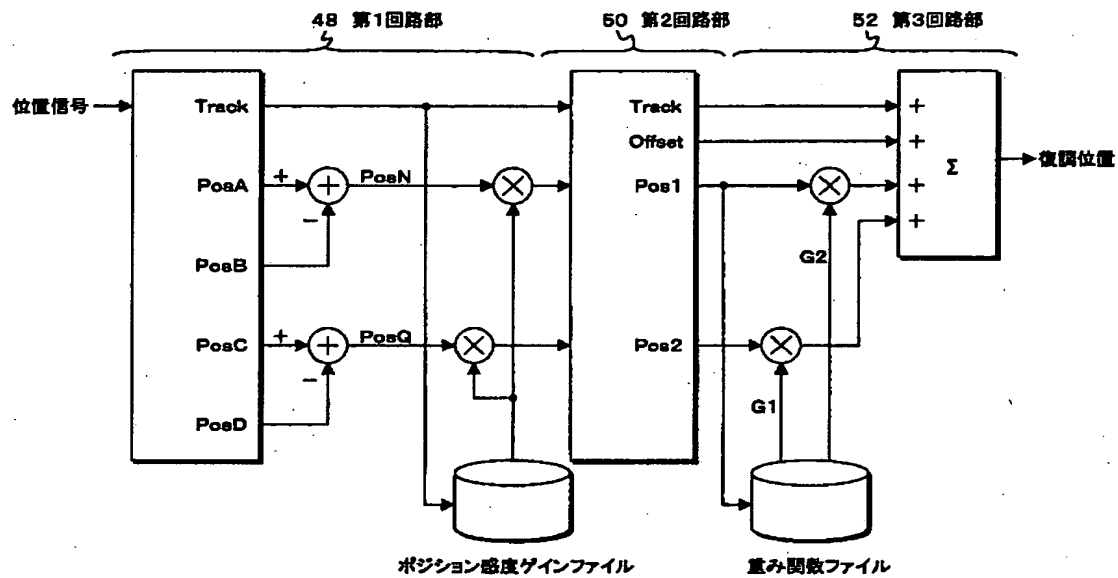
18 : メモリ
20 : プログラムメモリ
22 : ハードディスクコントローラ (HDC)
24 : データバッファ
26 : ドライブロジック
28 : DSP
30 : リードチャネル (RDC)
32 : サーボドライバ
34 : ヘッドIC
36-1 ~ 36-6 : 複合ヘッド
38 : 磁気ディスク
40 : VCM
42 : SPM
46 : 位置検出回路
48 : 第1回路部
50 : 第2回路部
52 : 第3回路部
54 : 復調回路
56, 58, 80, 82 : 加算器
60, 62, 68, 70 : 乗算器
64 : ポジション感度ゲインファイル
66 : 位置計算回路
72 : 重み関数ファイル
74 : 加算回路
75, 76 : 信号飽和補正器
82 : 速度補正器

【書類名】 図面

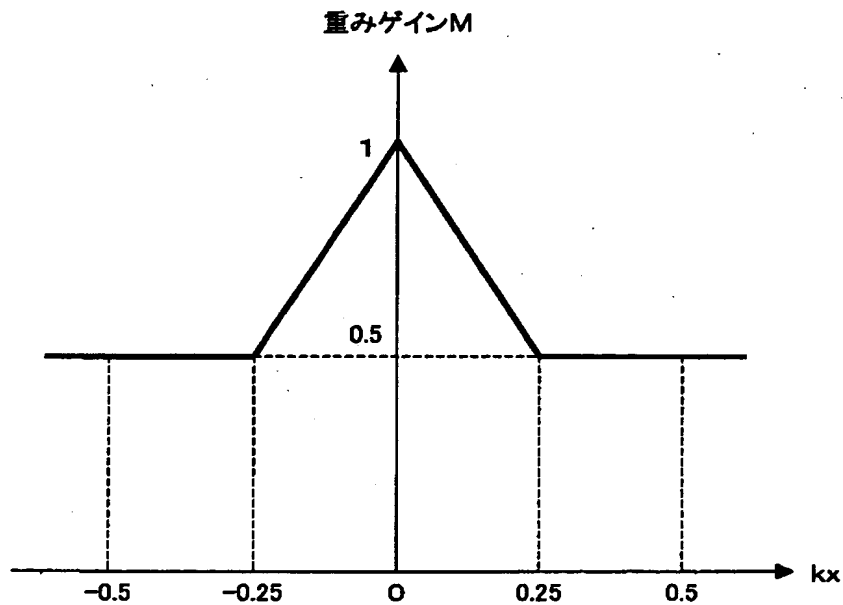
【図 1】

本発明の原理説明図

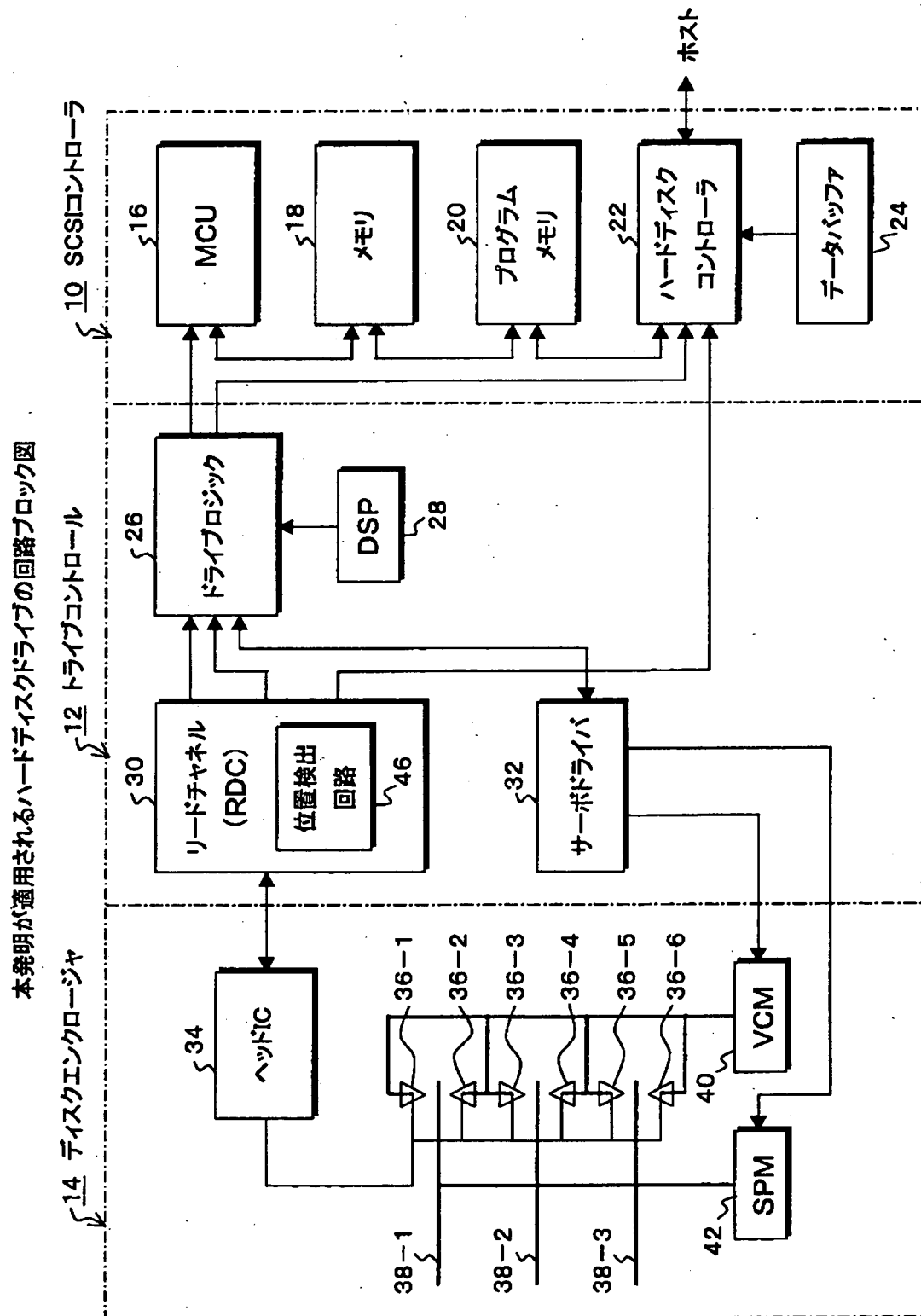
(A)



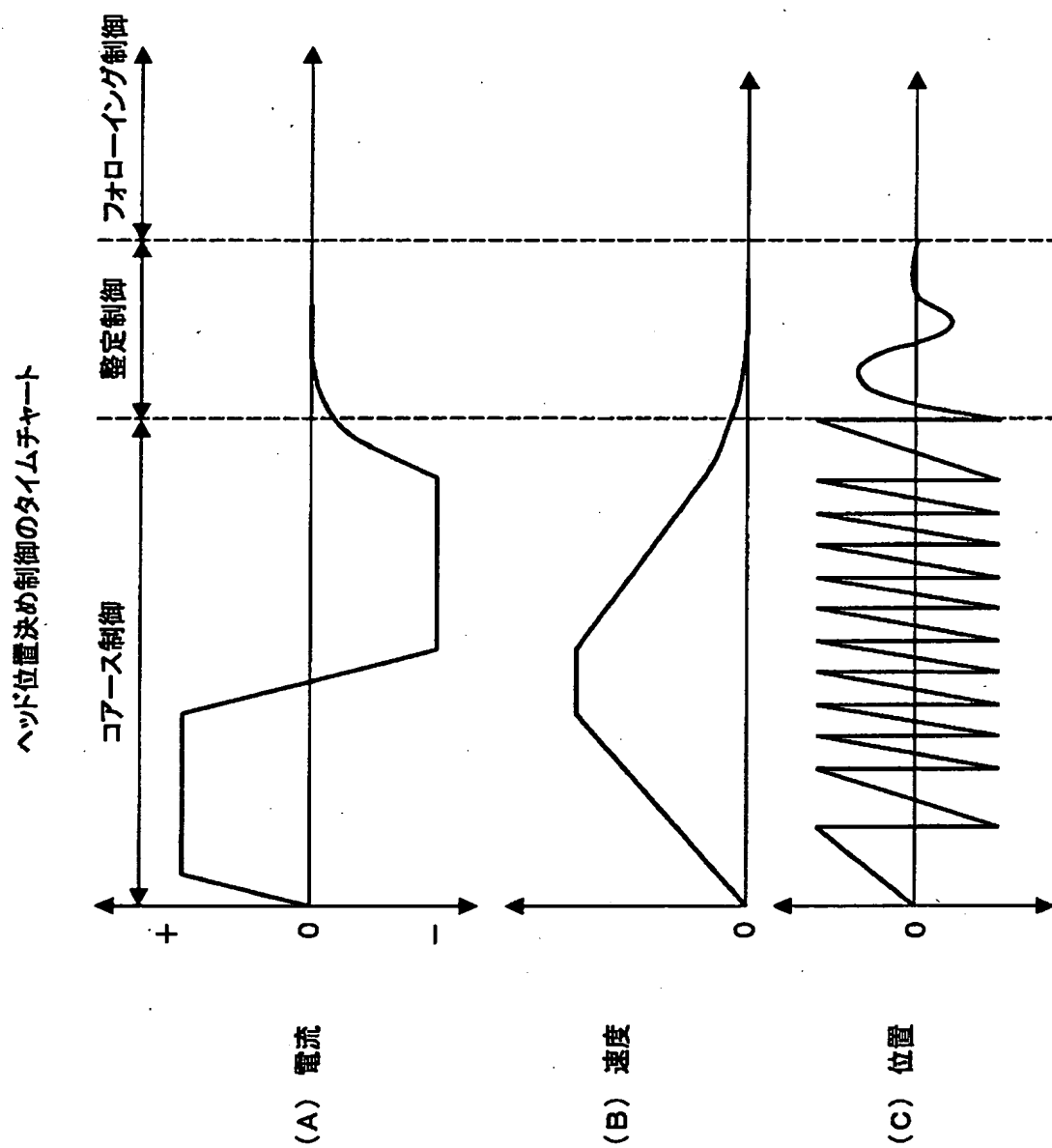
(B)



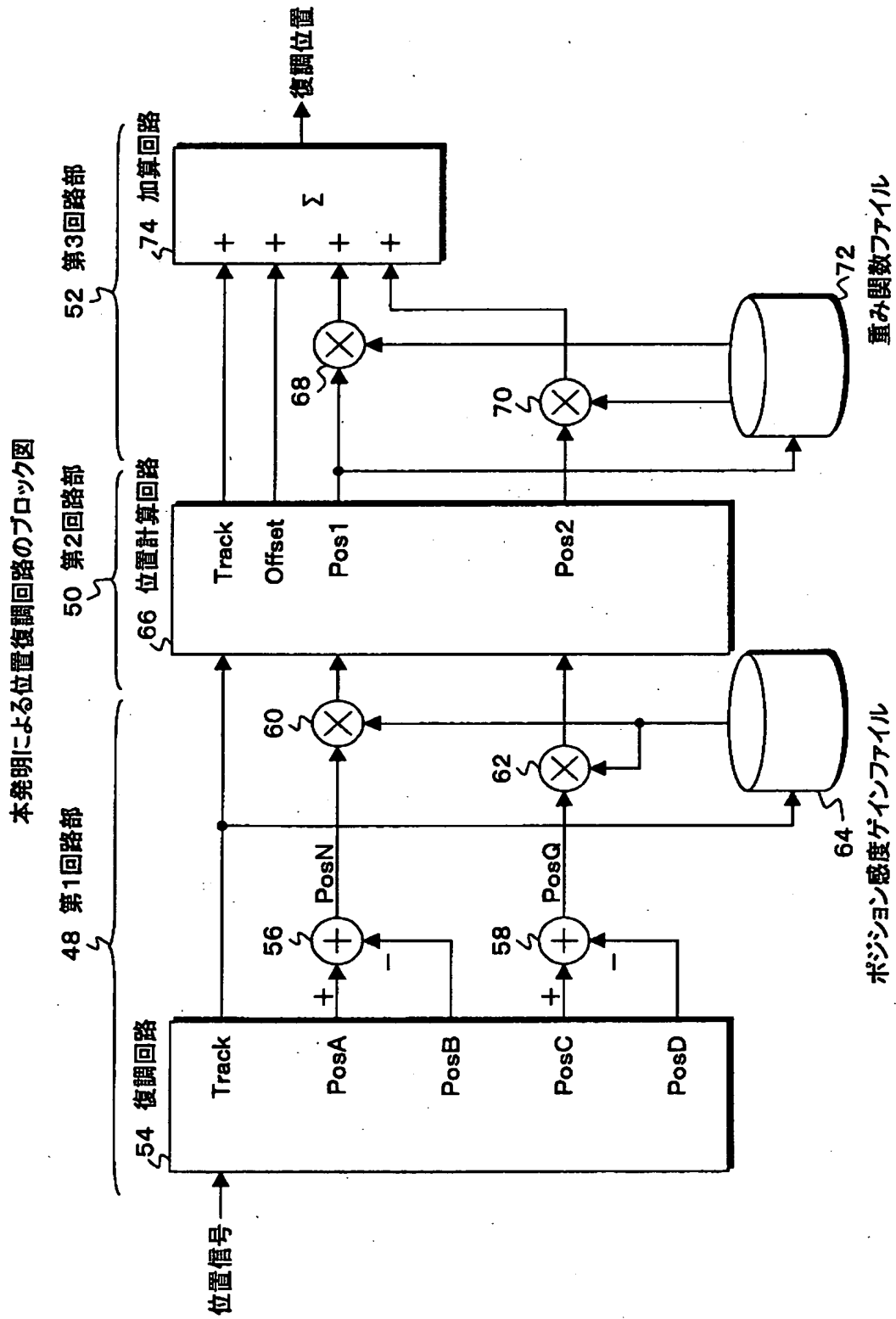
【図 2】



【図 3】

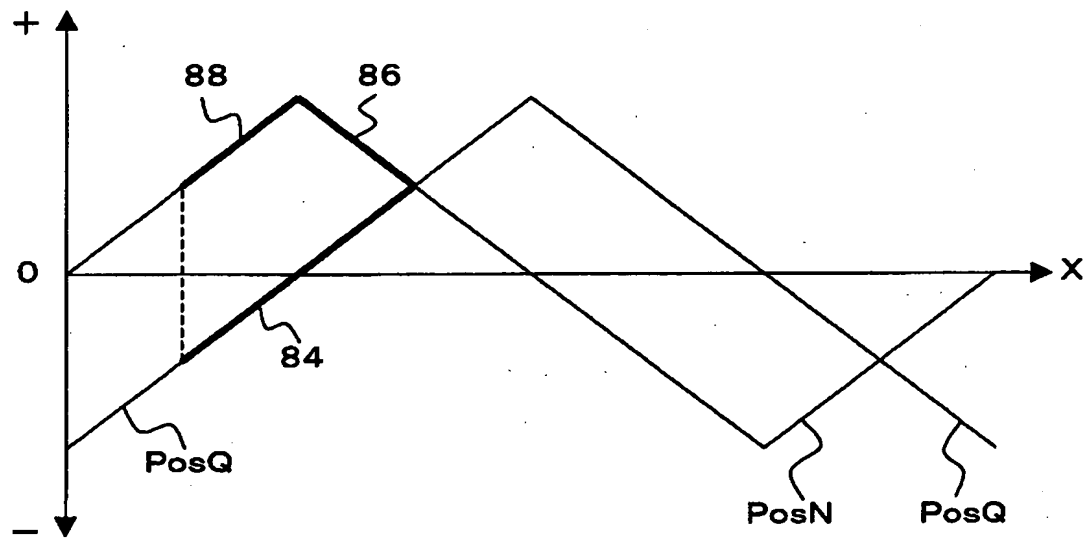


【図4】



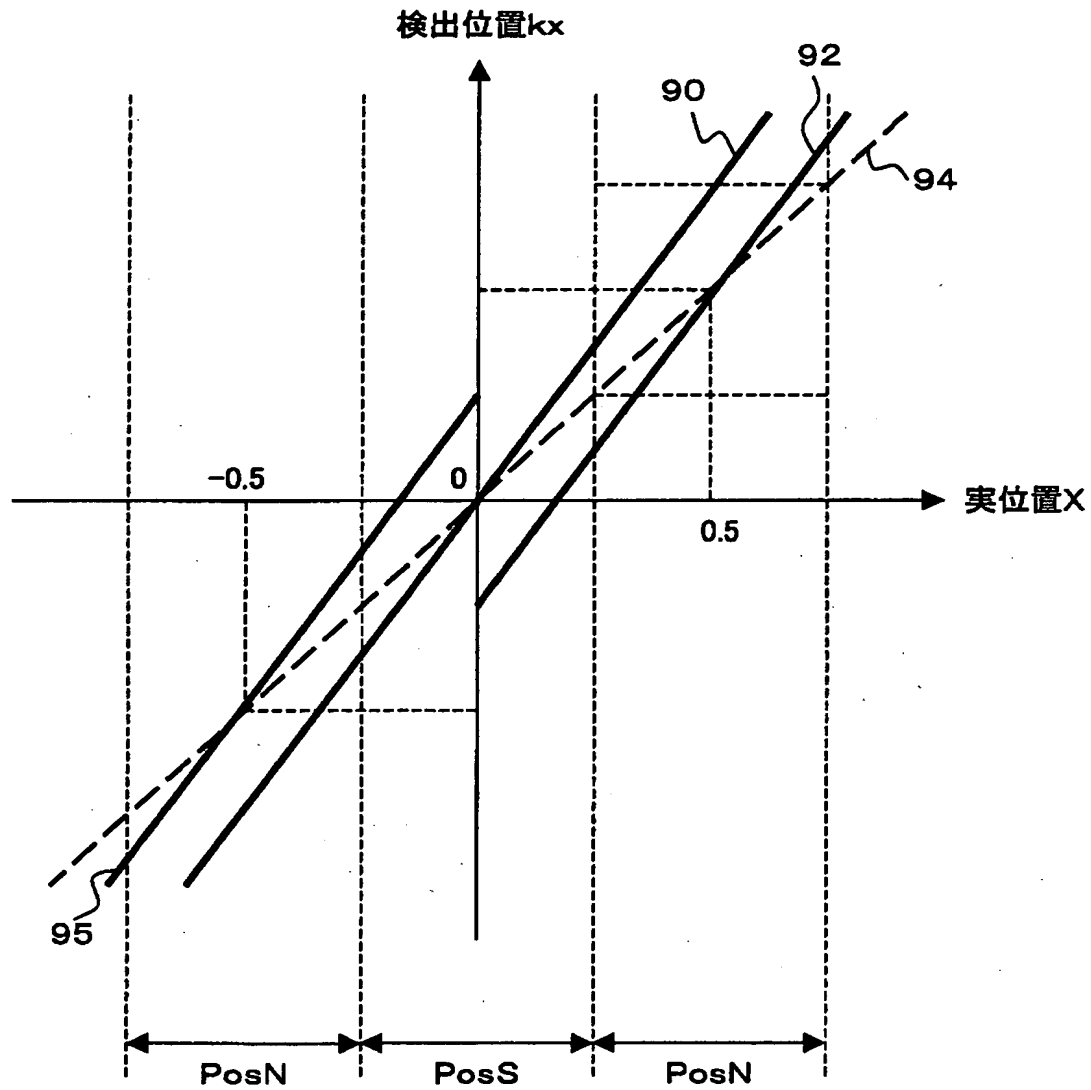
【図5】

本発明による合成復調で使用する位置PosNとPosQの区間の説明図



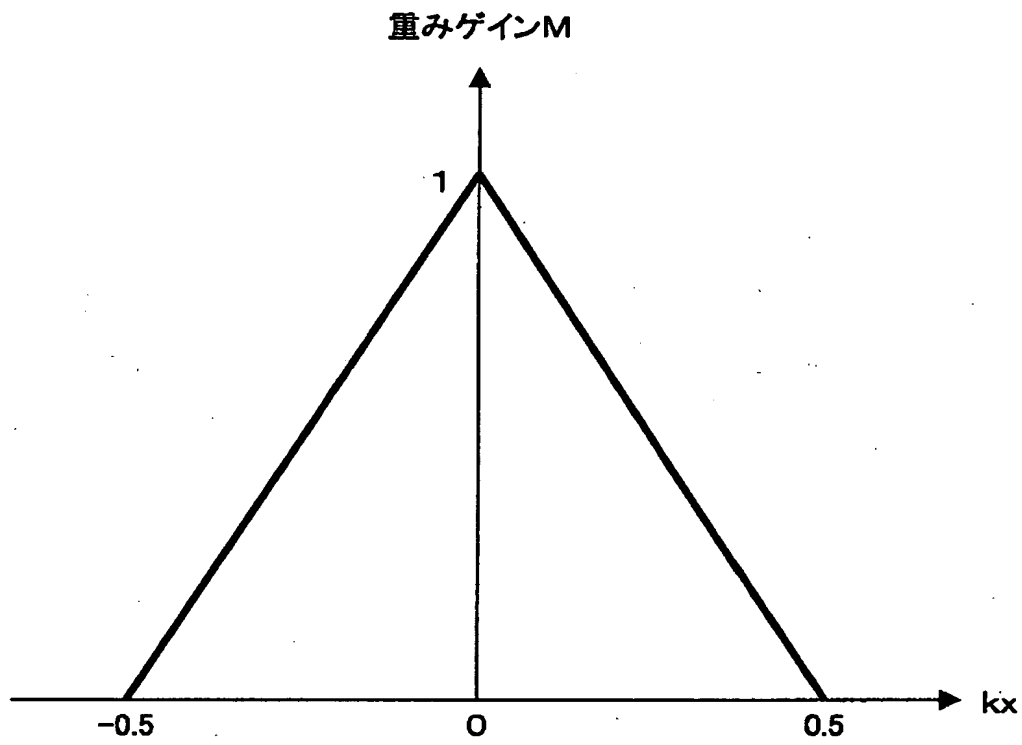
【図 6】

図5の位置PosNとPosQから復調した実位置に対する検出位置の説明図



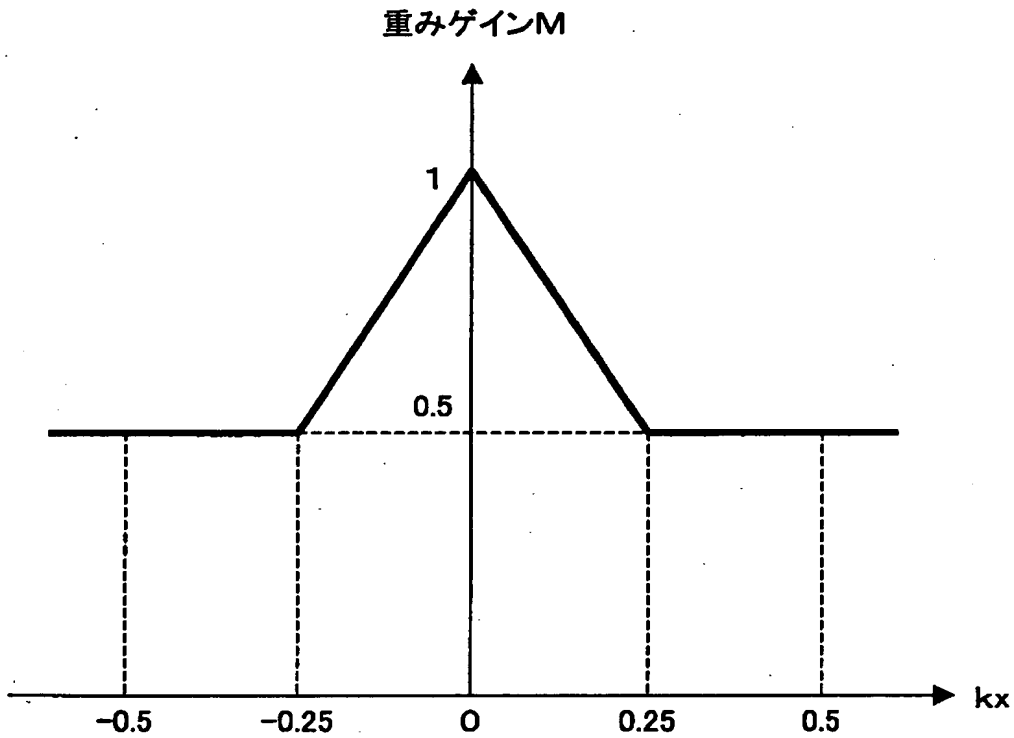
【図 7】

本発明の合成復調に使用する三角形状の重み関数の説明図

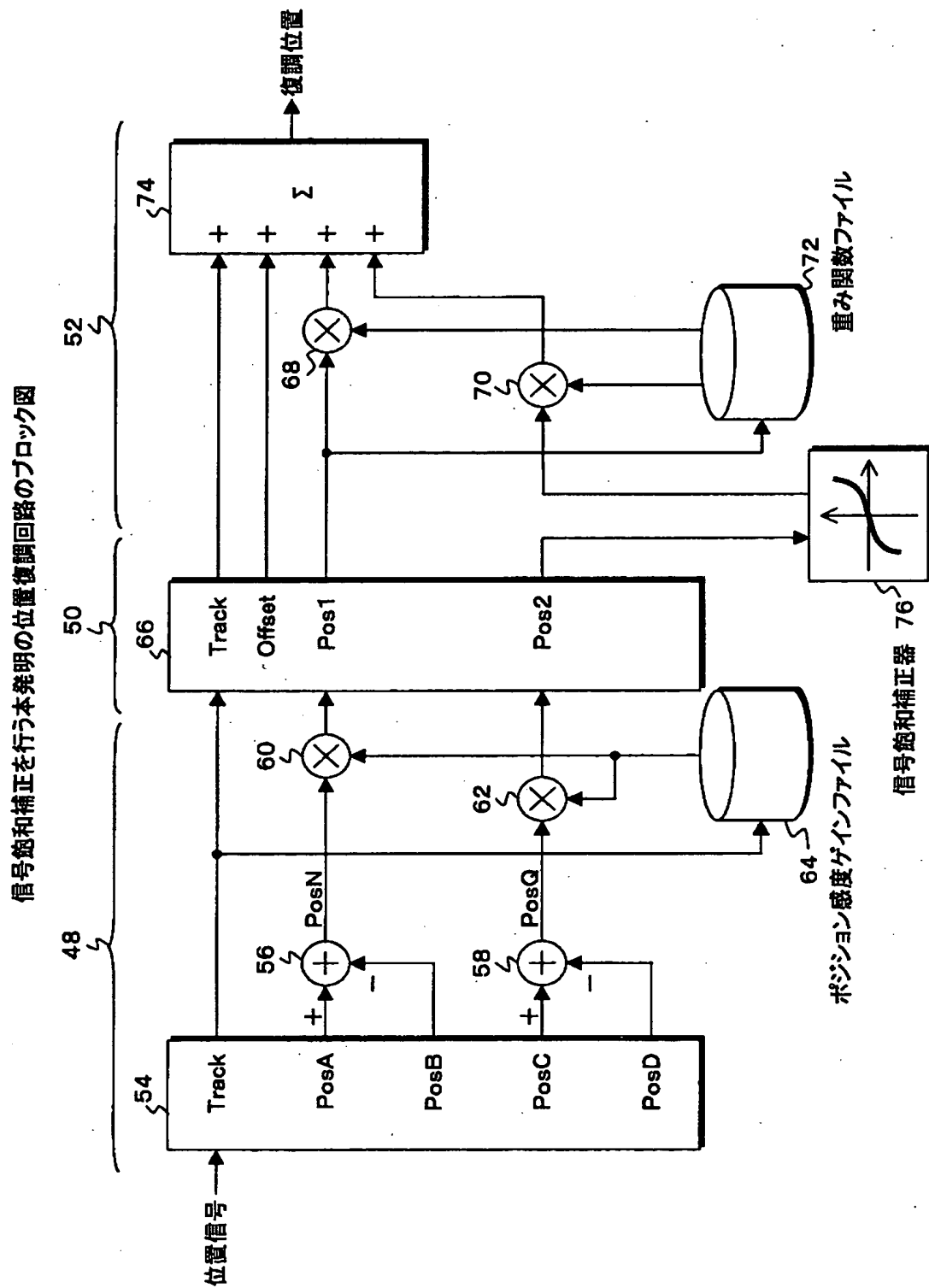


【図 8】

本発明の合成復調に使用する下限値を0.5に制限した
三角形形状の重み関数の説明図

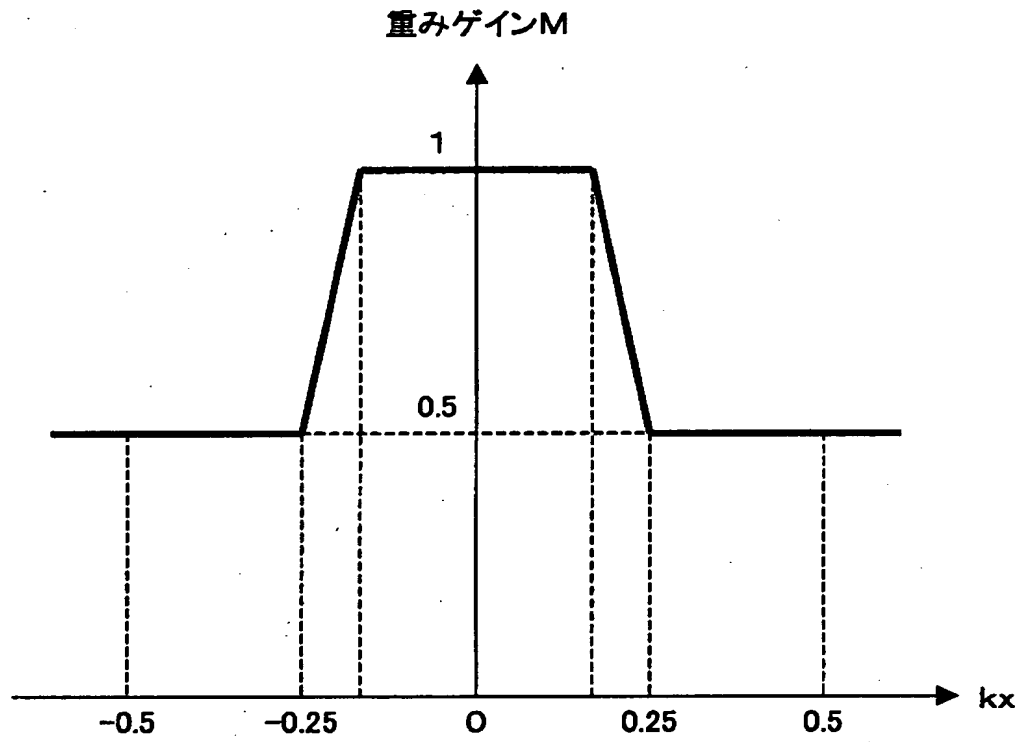


【図9】



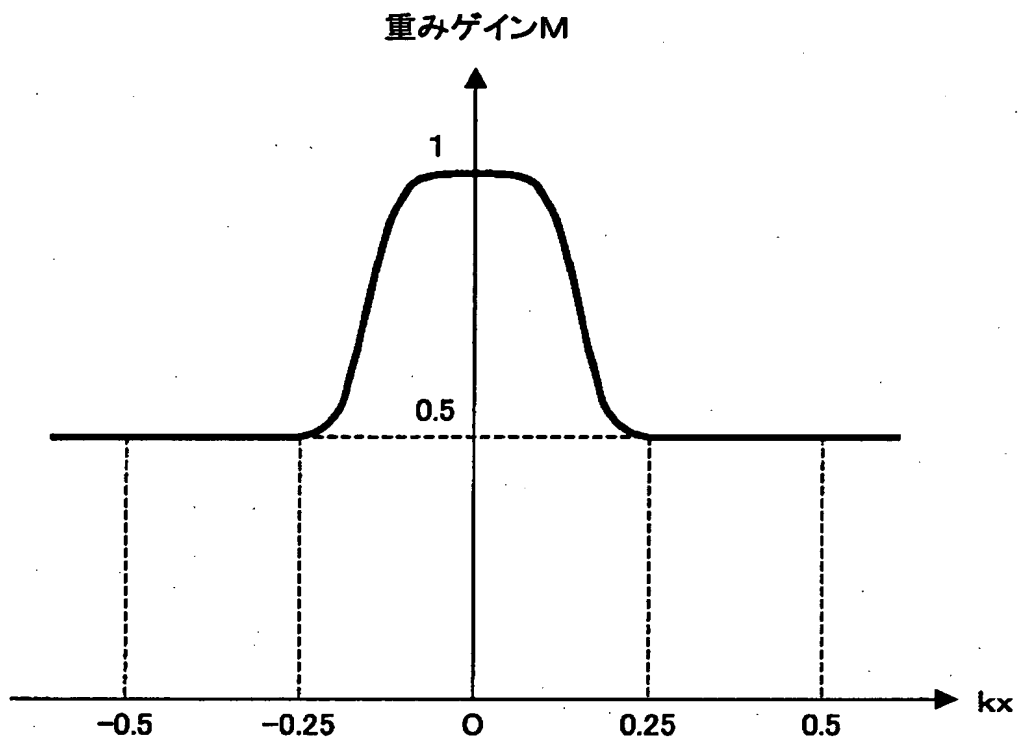
【図 1 0】

本発明の合成復調に使用する台形状の重み関数の説明図



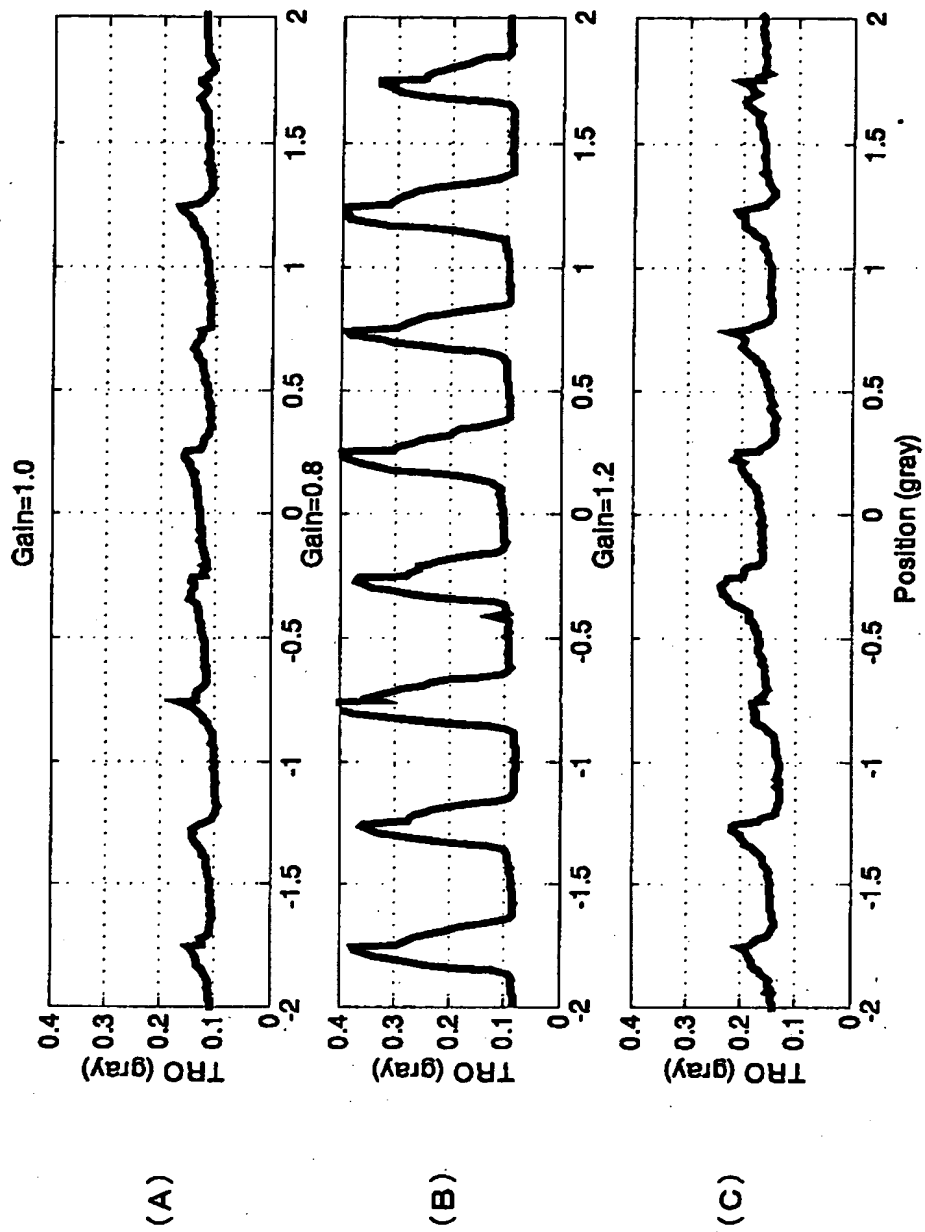
【図 1 1】

図10の台形状を曲線にした重み関数の説明図



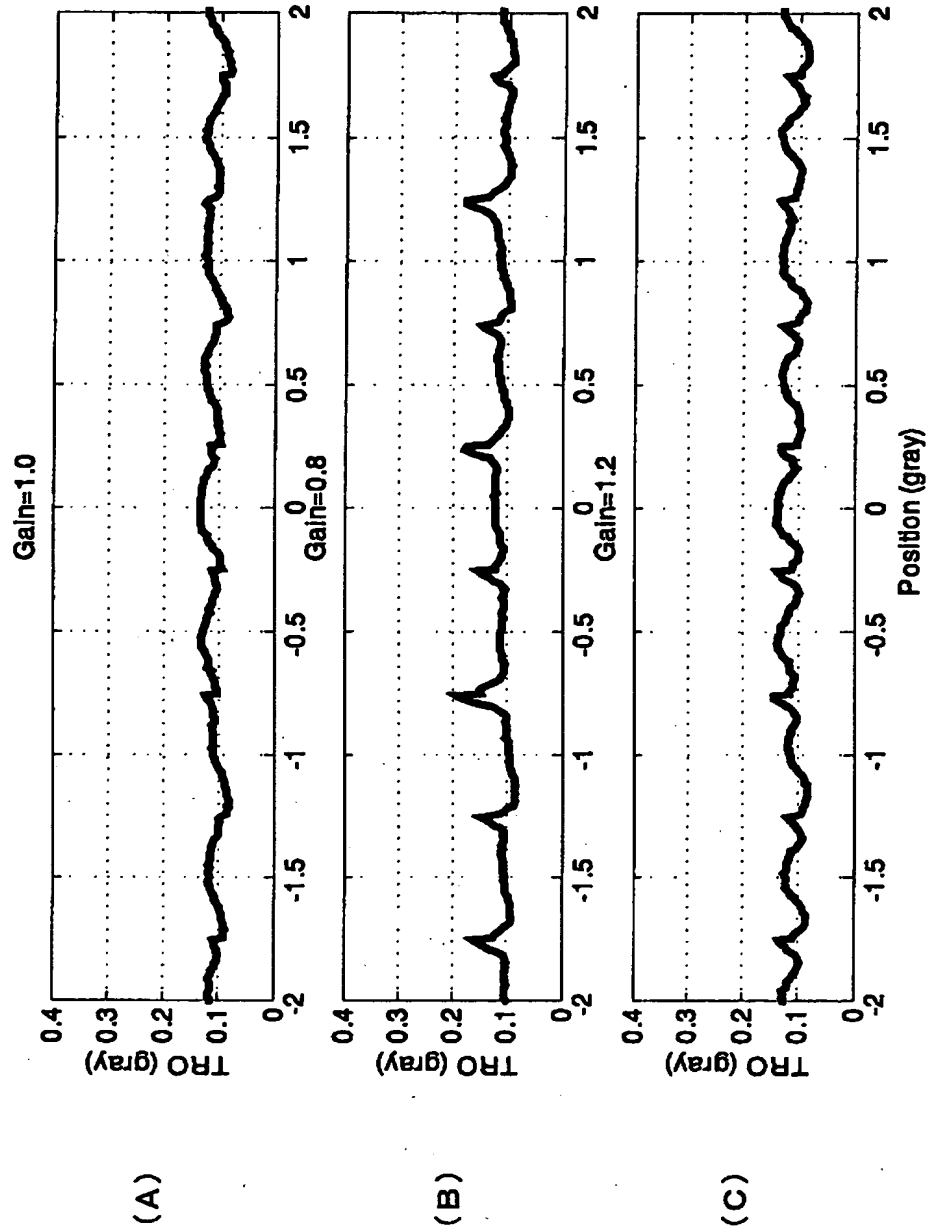
【図12】

従来の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図



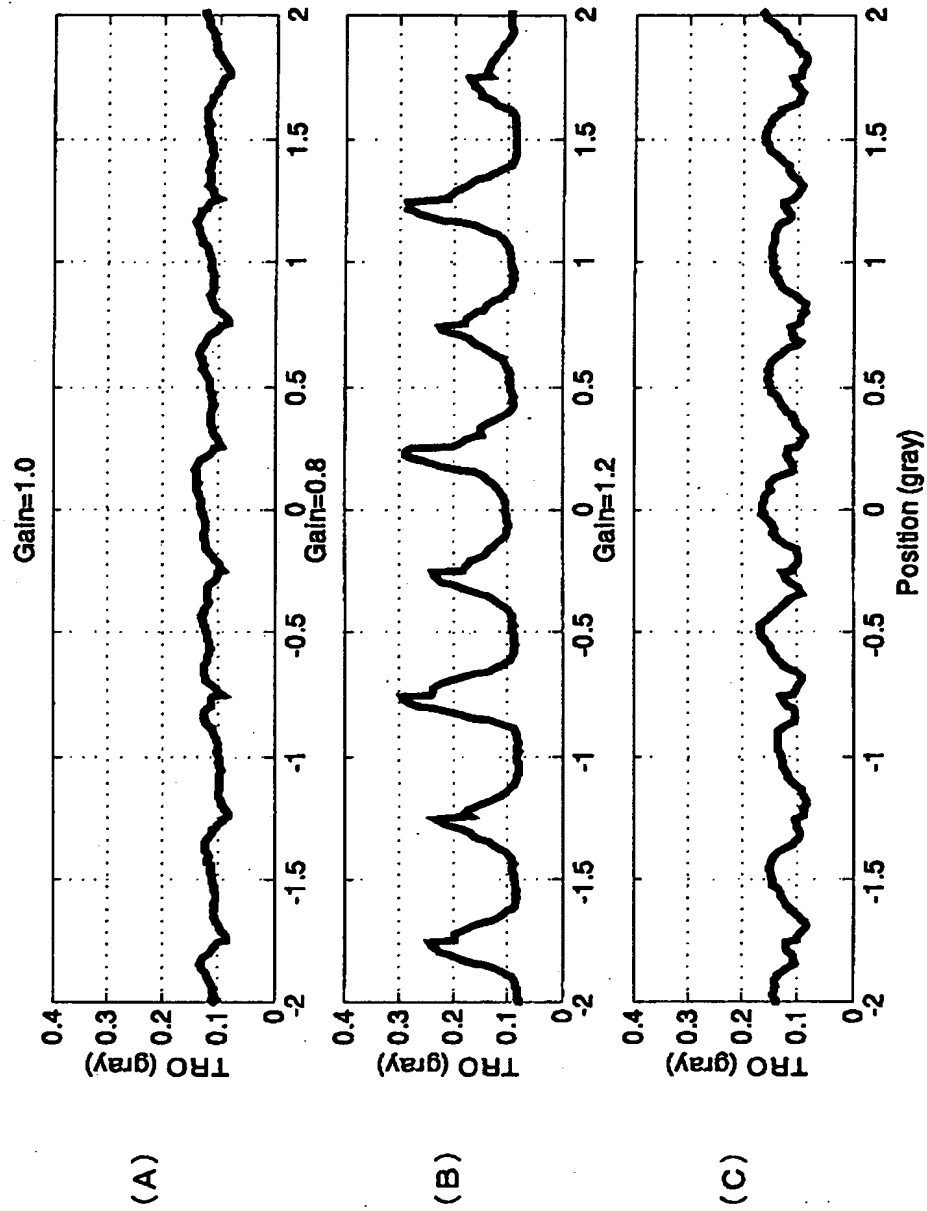
【図 13】

図8の下限値を0.5とした三角形重み関数を使用した本発明の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図



【図 14】

図10の台形重み関数を使用した本発明の位置復調によるポジション感度ゲインの変化に対する位置決め精度の測定結果の説明図

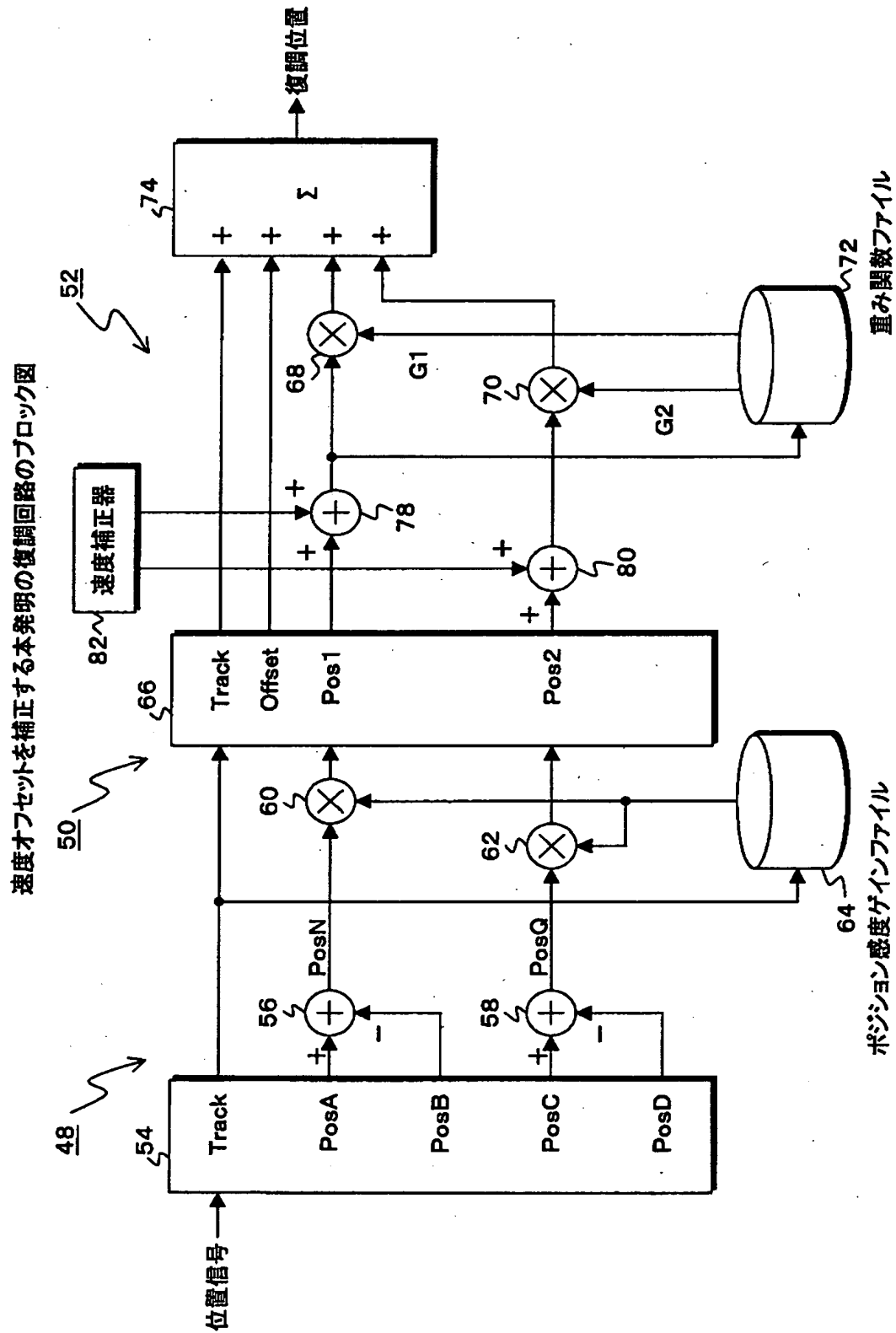


【図 1 5】

本発明の合成復調で使用する復調表の説明図

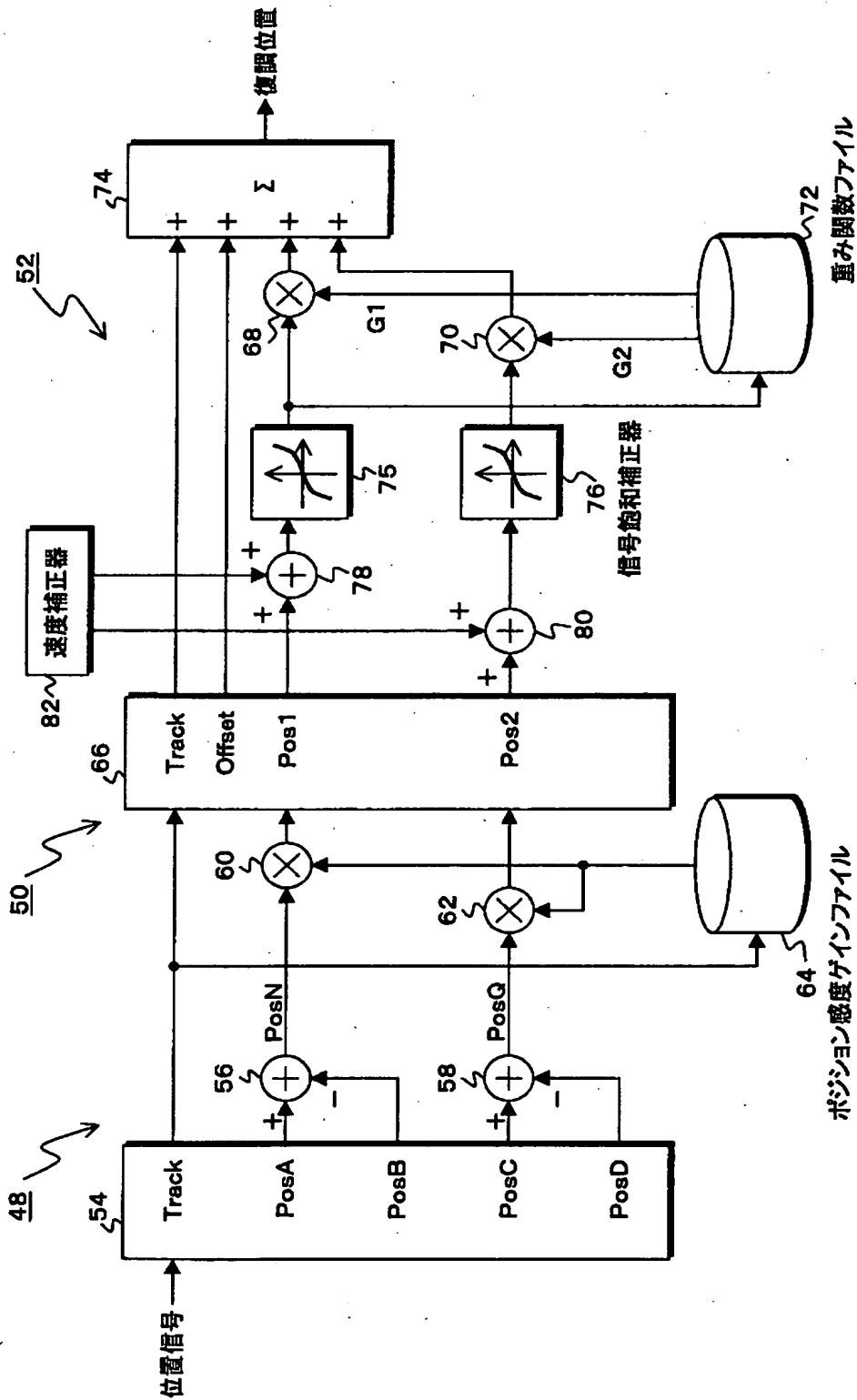
区分	N	Q	Gray%2	$ N \geq Q $	Gray+Offset	Pos1	Pos2
1	-	-	0	1	Gray-0.5	-PosQ	+PosN+0.5
2	-	-	0	0	Gray	+PosN	-PosQ-0.5
3	+	-	0	0	Gray	+PosN	+PosQ+0.5
4	+	-	0	1	Gray+0.5	+PosQ	+PosN-0.5
5	+	+	1	1	Gray-0.5	+PosQ	-PosN+0.5
6	+	+	1	0	Gray	-PosN	+PosQ-0.5
7	-	+	1	0	Gray	-PosN	-PosQ+0.5
8	-	+	1	1	Gray+0.5	-PosQ	-PosN-0.5

【図16】



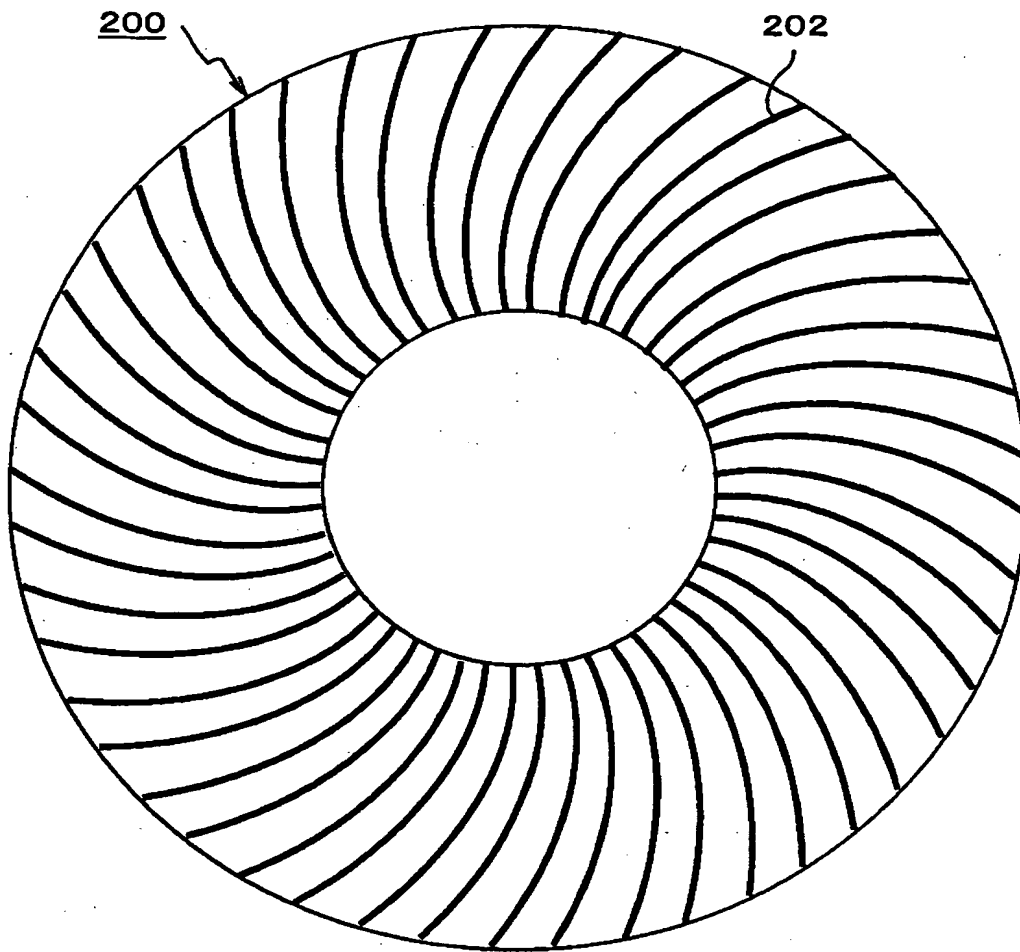
【図 17】

飽和補正と速度オフセット補正を行う本発明の復調回路のブロック図



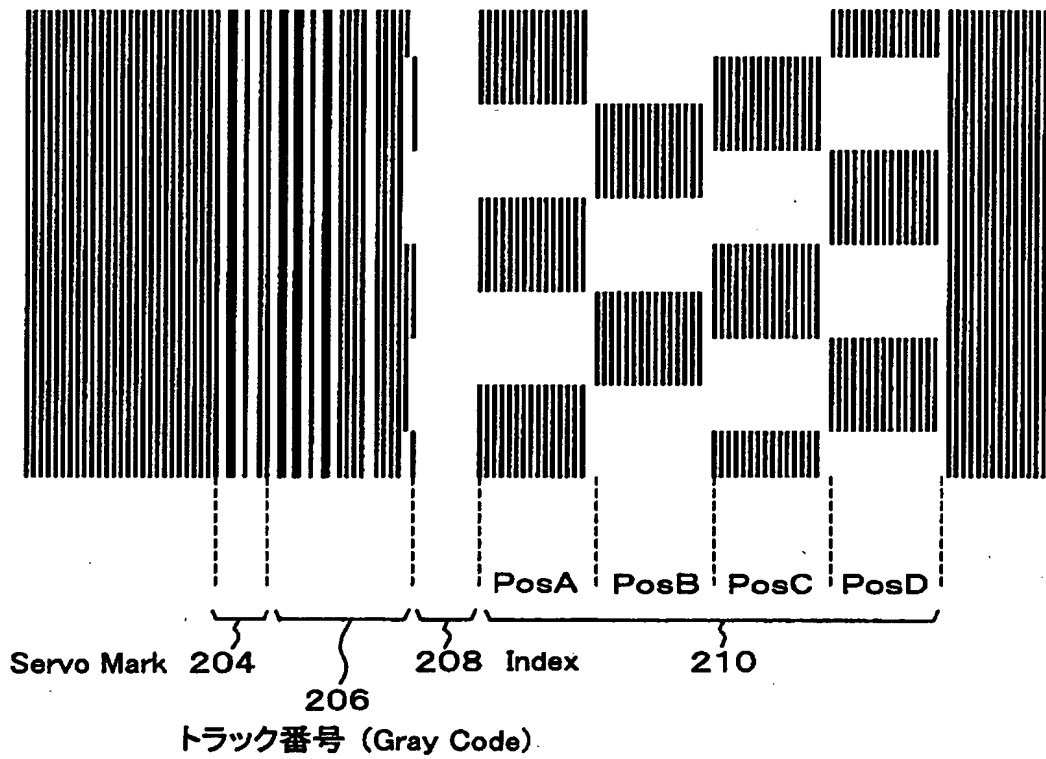
【図 1 8】

ディスク上の位置信号の配置の説明図



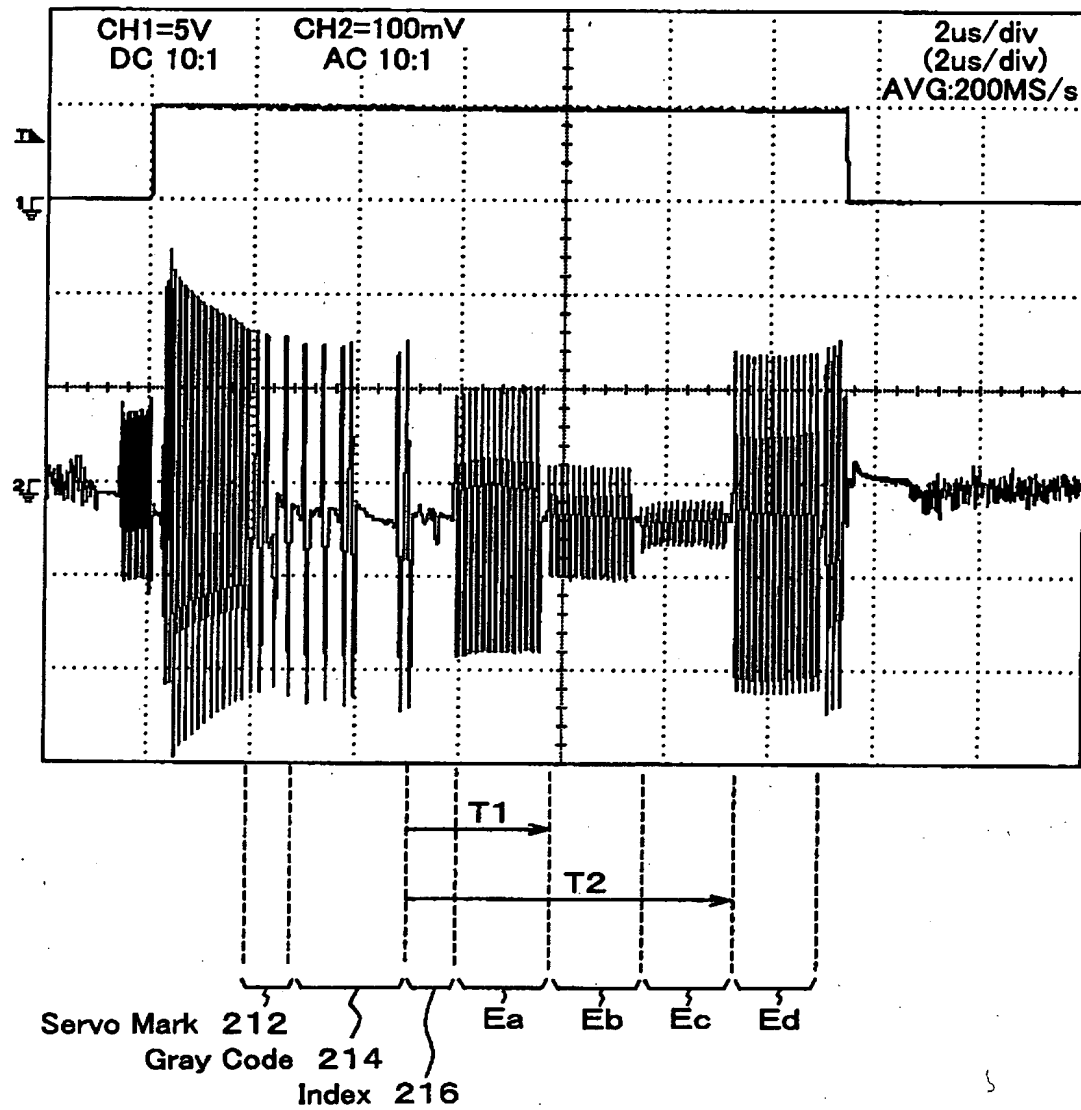
【図 1 9】

ディスク上に磁気記録された位置信号パターンの説明図



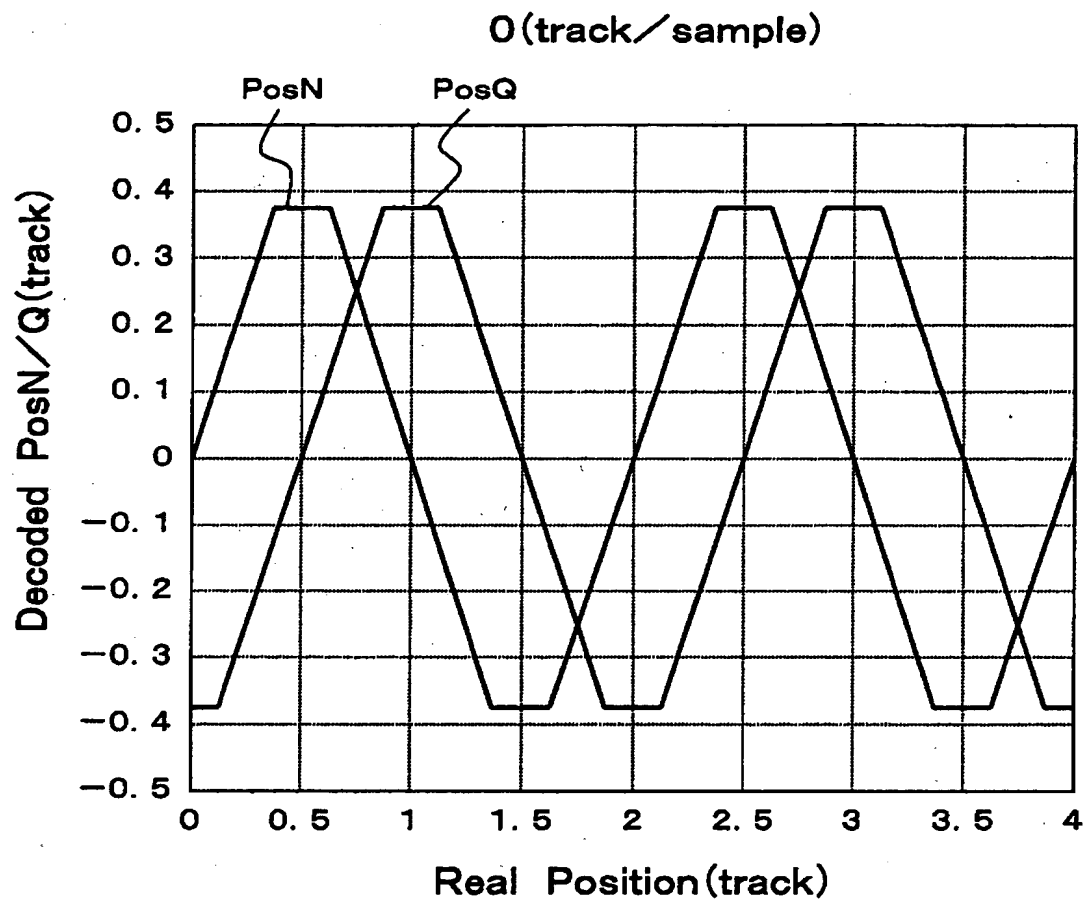
【図 20】

ヘッドで読み出した位置信号波形の説明図



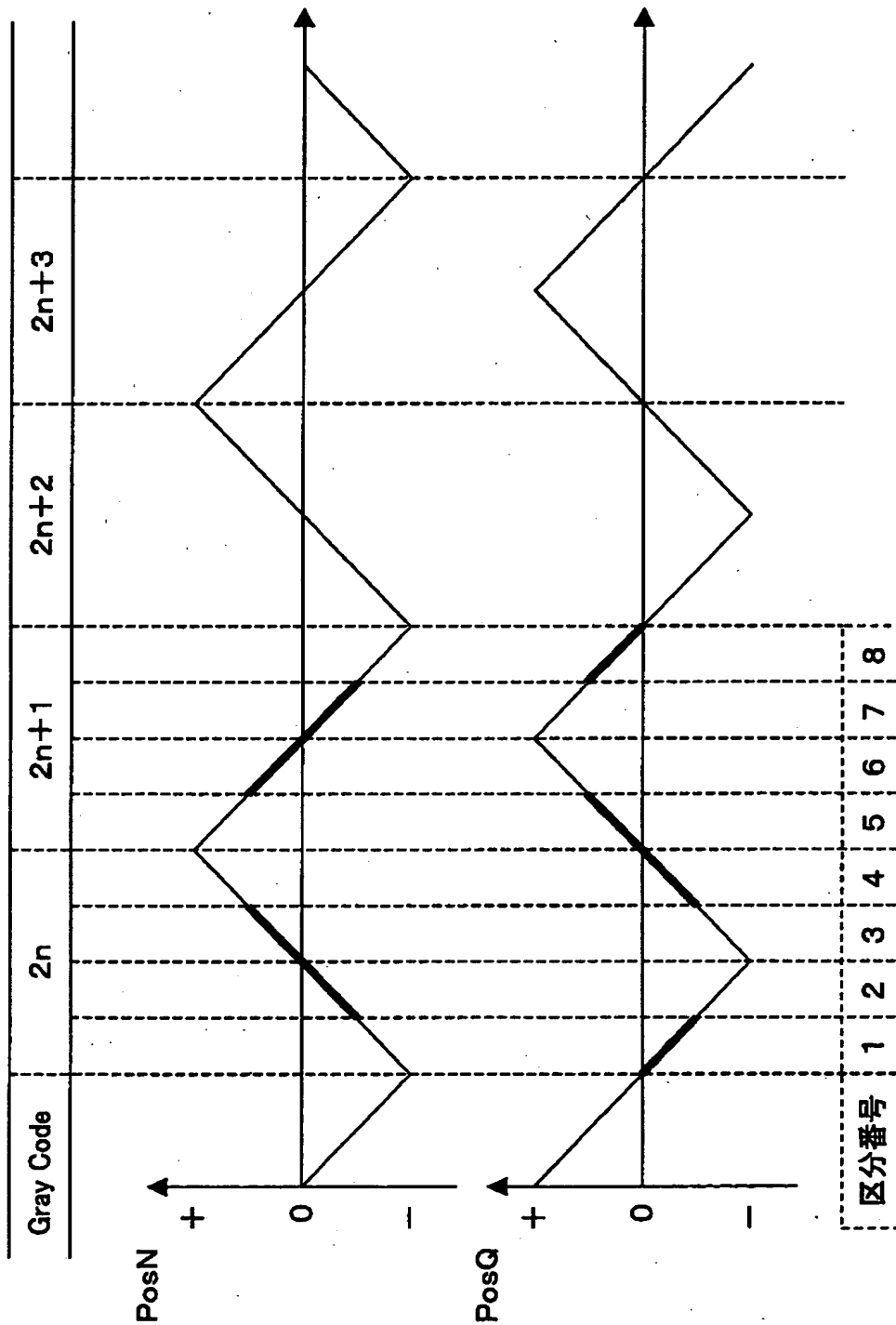
【図 21】

バースト信号から復調した位置情報PosNとPosQの説明図



【図 22】

位置復調計算のために区分した復調区間の説明図



【図 23】

トラック番号が正常な場合の復調計算の説明図

区分	PosN	PosQ	Gray%2	$ N \geq Q $	計算式
1	-	-	0	1	$\text{Gray} - \text{PosQ} - 0.5$
2	-	-	0	0	$\text{Gray} + \text{PosN}$
3	+	-	0	0	$\text{Gray} + \text{PosN}$
4	+	-	0	1	$\text{Gray} + \text{PosQ} + 0.5$
5	+	+	1	1	$\text{Gray} + \text{PosQ} - 0.5$
6	+	+	1	0	$\text{Gray} - \text{PosN}$
7	-	+	1	0	$\text{Gray} - \text{PosN}$
8	-	+	1	1	$\text{Gray} - \text{PosQ} + 0.5$

【図 2 4】

トラック番号が異常な場合の復調計算の説明図

区分	PosN	PosQ	Gray%2	$ N \geq Q $	計算式
1	-	-	0	1	$\text{Gray} - \text{PosQ} - 0.5 + 1$
2	-	-	0	0	$\text{Gray} + \text{PosN} + 1$
3	+	-	0	0	$\text{Gray} + \text{PosN} - 1$
4	+	-	0	1	$\text{Gray} + \text{PosQ} + 0.5 - 1$
5	+	+	1	1	$\text{Gray} + \text{PosQ} - 0.5 + 1$
6	+	+	1	0	$\text{Gray} - \text{PosN} + 1$
7	-	+	1	0	$\text{Gray} - \text{PosN} - 1$
8	-	+	1	1	$\text{Gray} - \text{PosQ} + 0.5 - 1$

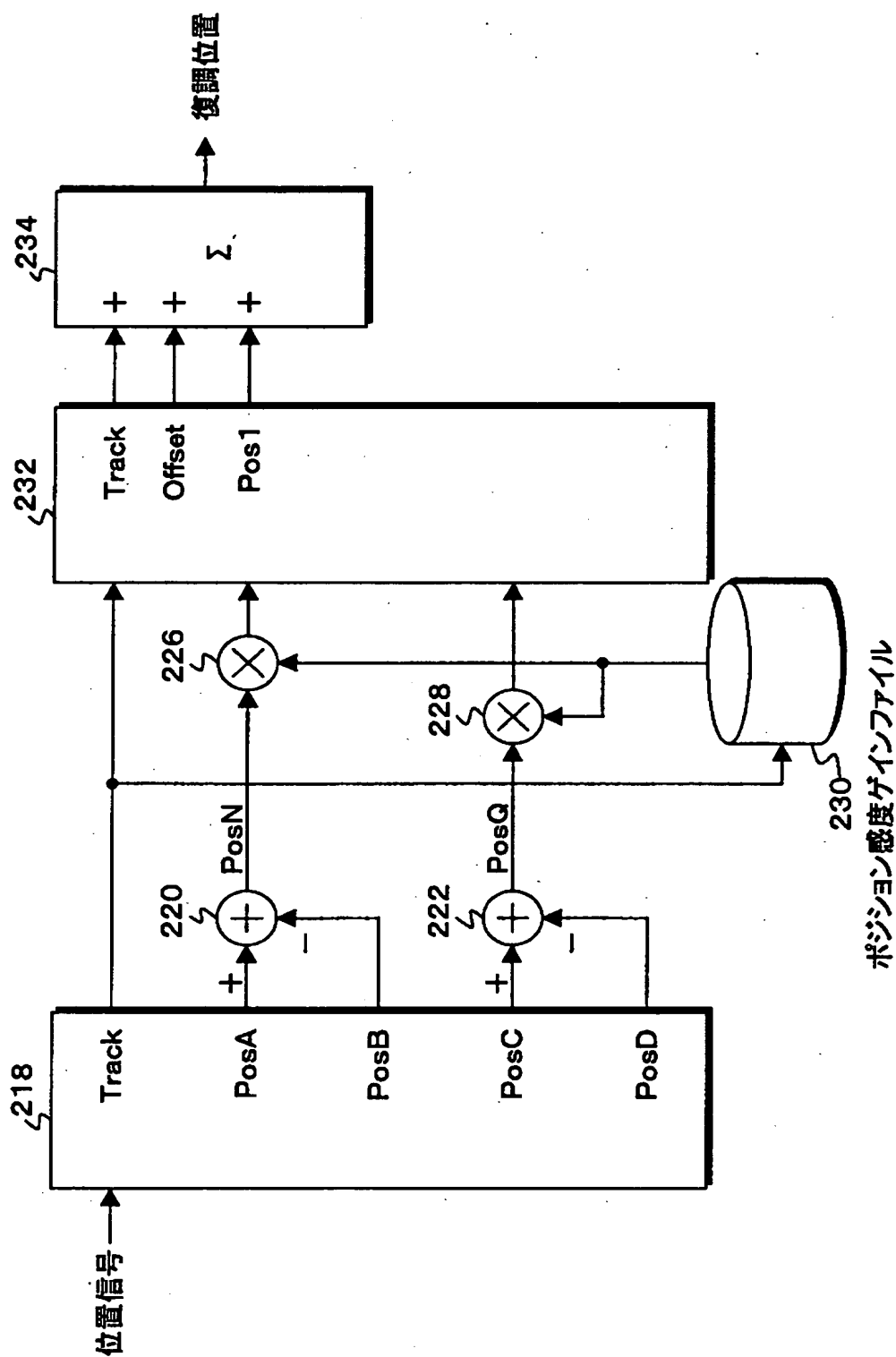
【図 2 5】

ポジション感度に誤差がないときの観測位置の説明図



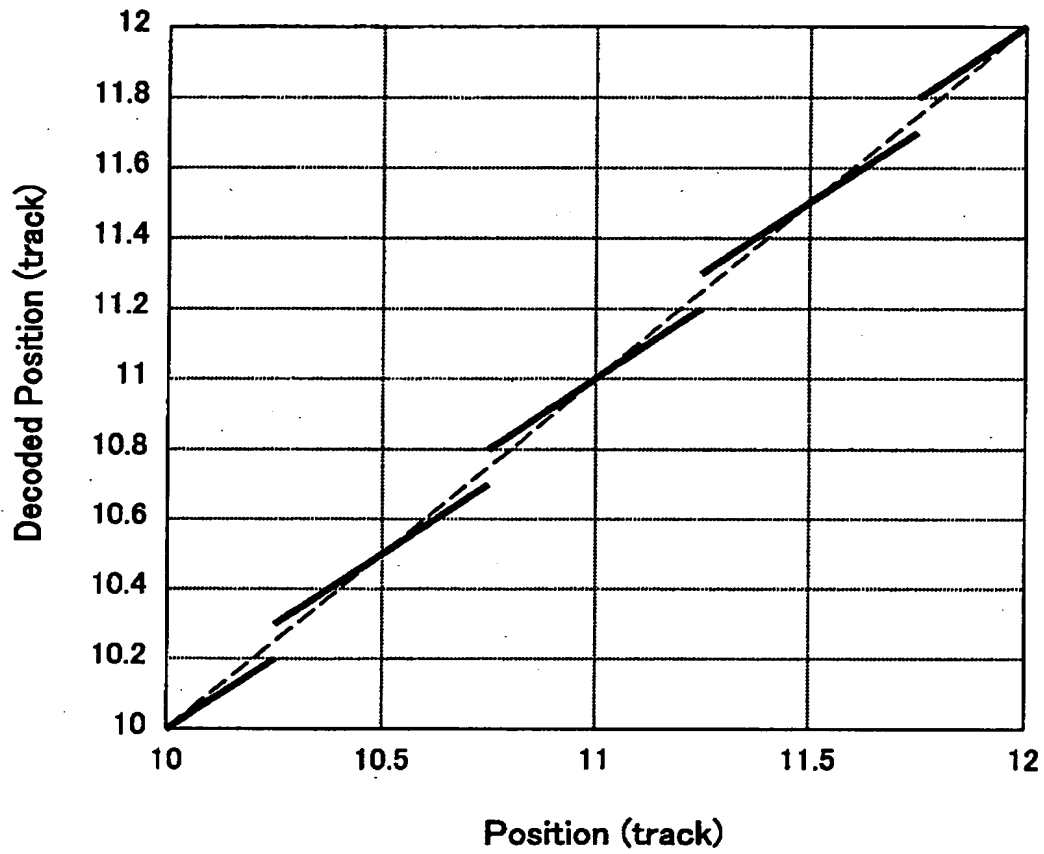
【図 26】

位置の位置復調回路のブロック図



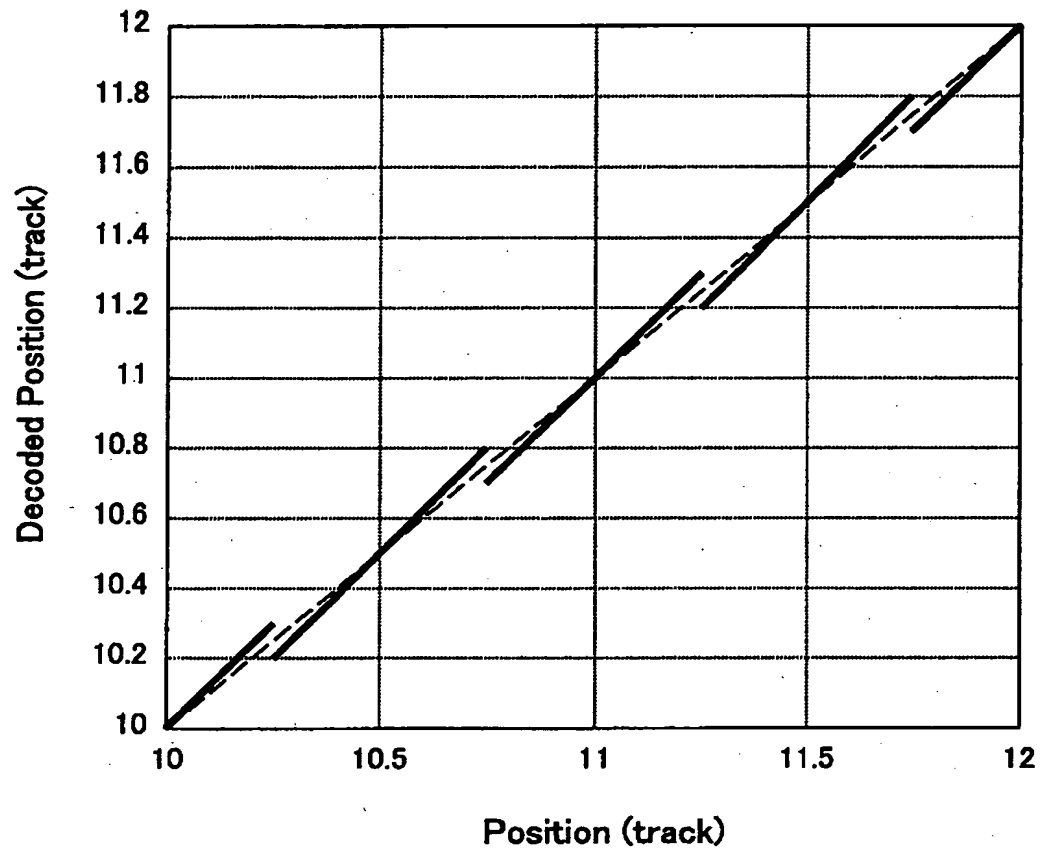
【図 27】

ポジション感度が-20%ずれたときの観測位置の説明図



【図 2 8】

ポジション感度が+20%ずれたときの観測位置の説明図



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社



Creation date: 06-21-2004
Indexing Officer: DTURNER2 - ANJANETTE TURNER
Team: OIPEBackFileIndexing
Dossier: 10044403

Legal Date: 06-21-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	ECBOX	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on